Das Gefäßsystem der Katzenmilz

Von

Heinz Riedel

Mit 16 Textabbildungen

Sonderabdruck aus

Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie

Fortsetzung des Schultze-Waldeyer-Hertwigschen Archiv für Mikroskopische Anatomie und der Zeitschrift für Zellen- und Gewebelehre

(Abt. B der Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie)

15. Band, 3. Heft

Abgeschlossen am 23. Juni 1932

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin
1932

Die **Zeitschrift für**
Zellforschung und mikroskopische Anatomie

steht Originalarbeiten aus dem Gesamtgebiet der beschreibenden und experimentellen Zellen- und Gewebelehre sowie der Mikroskopischen Anatomie der Menschen und der Tiere offen.

Die Zeitschrift erscheint zur Ermöglichung raschester Veröffentlichung zwanglos in einzeln berechneten Heften; mit etwa 50 Bogen wird ein Band abgeschlossen.

Der für diese Zeitschrift berechnete Preis des Heftes gilt nur zur Zeit des Erscheinens.

Das Honorar beträgt M. 40.— für den 16seitigen Druckbogen.

Die Mitarbeiter erhalten von ihren Arbeiten, wenn sie nicht mehr als 24 Druckseiten Umfang haben, **100** Sonderabdrücke, von größeren Arbeiten **60** Sonderabdrücke unentgeltlich. Doch bittet die Verlagsbuchhandlung, nur die zur tatsächlichen Verwendung benötigten Exemplare zu bestellen. Über die Freiexemplarzahl hinaus bestellte Exemplare werden berechnet. Die Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse ersucht, die Kosten vorher vom Verlage zu erfragen.

Die Herren Autoren werden ferner gebeten, den Text ihrer Arbeiten so kurz zu fassen wie es irgend möglich ist, sich in den Abbildungen auf das wirklich Notwendige zu beschränken und nach Möglichkeit Federzeichnungen (für Strichätzung) zu verwenden.

Alle Manuskripte und Anfragen sind zu richten an

Professor Dr. R. Goldschmidt, Berlin-Dahlem, Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie

oder an

Professor Dr. W. von Möllendorff, Freiburg i. Br., Anatomisches Institut, Albertstr. 17.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Die Herausgeber

Goldschmidt **von Möllendorff**

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin W 9, Linkstr. 23/24

Fernsprecher: Sammel-Nrn. Kurfürst 6050 u. 6326. Drahtanschrift: Springerbuch-Berlin

Reichsbank-Giro-Konto und Deutsche Bank, Berlin, Dep.-Kasse C

---

15. Band. **Inhaltsverzeichnis.** 3. Heft

Seite

Korte, Hans, Beobachtungen über den feineren Bau des menschlichen Zahnbeines. (Zahnstudie VIII). Mit 12 Textabbildungen 331

Weatherford, Harold L., The Golgi apparatus and vital staining of the amphibian and reptilian liver. With plates I—III. 343

Riegele, L., Beitrag zur Kenntnis des Scheidenplasmodiums im autonomen Nervensystem. Mit 22 Textabbildungen 374

Gieschen, Karl Ludwig, Über die Histogenese der Zellformen in der Milzkultur vom erwachsenen Kaninchen und ihr Verhalten im Nährplasma mit und ohne Trypanblauzusatz. Mit 16 Textabbildungen 398

Migliavacca, Angelo, Indagini istofisiologiche e chimiche sul metabolismo dei grassi nella placenta e negli organi fetali 440

Riedel, Heinz, Das Gefäßsystem der Katzenmilz. Mit 16 Textabbildungen 459

von Gebhardt, Anton, Histologische Struktur des Caraben-Blutes. Mit 11 Textabbildungen 530

Christoff, M. und **G. Gentscheff,** Untersuchungen über das Verhalten des Nukleolus während der Kernteilung. Mit 2 Textabbildungen u. Tafel IV u. V. 540

Shen, Tun Hui, Cytologische Untersuchungen über Sterilität bei Männchen von Drosophila melanogaster und bei F_1-Männchen der Kreuzung zwischen D. simulans-Weibchen und D. melanogaster-Männchen. Mit 63 Textabbildungen. 547

Dantschakoff, Wera, Keimzelle und Gonade. II B. Ganzheit des Gewebekomplexes als Faktor in der Entwicklung der Gonade. Mit 10 Textabbildungen u. Tafeln VI—VIII 581

(Aus dem Anatomischen Institut Freiburg i. Br. [Direktor: Prof. von Möllendorff].

DAS GEFÄSSSYSTEM DER KATZENMILZ.

Von

Heinz Riedel.

Mit 16 Textabbildungen.

(Eingegangen am 15. Januar 1932.)

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 460
Technik und Material 461
Befunde 463
I. *Die arterielle Gefäßbahn* 463
1. Das Hilusgebiet 463
2. Die Kapselscheide 464
3. Die Trabekelarterie 466
4. Die Follikelarterie 469
5. Die Pulpaarteriole 471
6. Die arterielle Kapillare 474
a) Der präglumäre Anteil [1].
b) Der intraglumäre Anteil.
c) Der postglumäre Anteil.
7. Die Endigung der arteriellen Kapillare.
II. *Die venöse Gefäßbahn* 478
1. Das Wurzelgebiet 478
2. Das Stammgebiet 480
III. *Stroma und Gefäßsystem* 480
IV. *Die Kapillarhülse* 482
1. Bauelemente und Struktur des Hülsengewebes im Urteil der Untersucher.
2. Das Gewebe der Kapillarhülsen unter verschiedenen Dehnungszuständen des Organes.
a) Bei künstlicher Durchströmung und Aufblähung
Dilatationsphase I: Durchströmung von der arteriellen Seite her. . 489
„ II: Durchströmung von der arteriellen Seite . . . 491
Mässige Dilatation von der arteriellen Seite her.
„ III: Durchströmung von der arteriellen Seite . . . 493
Stärkere Dilatation von der venösen Seite her.
„ IV: Durchströmung von der arteriellen Seite . . . 496
Sehr starke Dilatation von der venösen Seite her.
b) Dilatationsphase I—IV bei Anschoppung durch Blut nach Entnervung entsprechender Milzarterien.

[1] gluma (lat.) = Hülse.

Seite
Besprechung der Ergebnisse 501
a) Struktur und Volumenschwankungen der Katzenmilz (Füllung und Entleerung.
b) Blutspeicher.
c) Hülsenkapillare und Kapillarhülse.
d) Das Wesen der Kapillarhülse, ihre Bedeutung und Wirkungsweise.
Zusammenfassung 525
Literaturangaben 526

Einleitung.

Durch die im großen und ganzen sich auf physiologische Probleme beschränkenden Untersuchungen Barcrofts und seiner Schüler (Barcroft 1925, 1926; Barcroft, Harris, Orahovats, Weiss 1925; Barcroft, Florey 1928; Barcroft, Stevens 1928) bezüglich der Stellung der Milz im Kreislaufsystem haben auch die Fragen nach dem Wesen und der Bedeutung gewisser Struktureigentümlichkeiten dieses Organes erneut an Interesse gewonnen. Und es sind besonders die morphologischen Verhältnisse des intralienalen Gefäßbereiches, deren genauere Analyse den Beobachtungen der Physiologen ein greifbares Substrat unterzulegen imstande sein sollte.

Denn die Resultate der Barcoftschen Untersuchungen gipfeln in der Erkenntnis, daß die Größe der Milz ein und desselben Individuums kein konstanter Faktor ist; eine Beobachtung, die indirekt, durch die Feststellung der Kontraktion und Dilatationsfähigkeit dieses Organes, allerdings schon lange vorher (Wagner 1849, Henle 1852, Stinstra 1854), wenn auch nicht in so prägnanter Form, zum Ausdruck gebracht worden ist.

Das Neue der Barcroftschen Ergebnisse liegt vielmehr in der gelungenen Beweisführung, daß es die zweckmäßige Verteilung des Blutes im Gesamtorganismus ist, die gleichsam als übergeordnetes Prinzip die Volumengröße, das Fassungsvermögen der Milz reguliert. Barcroft sieht in der Milz als Ganzem in erster Linie ein Organ, das — unter stetiger Veränderung seines Volumens — gleichsam als ein variables Reservoir, entsprechend den wechselnden Bedürfnissen bezüglich der Blutversorgung des gesamten Organismus, Blut in sich aufzuspeichern und unter Umständen aktiv wieder in den Kreislauf zu stoßen vermag.

Es ist naheliegend, die morphologischen Voraussetzungen für die, wie erwähnt, schon früh angestellten Beobachtungen der Volumenänderung dieses Organes, und zwar eines kontinuierlichen Wechselspieles zwischen Füllung und Entleerung, von Roy (1881), der regelmäßige, im Abstand von einer Minute aufeinanderfolgende Volumenschwankungen beobachtet haben will, etwas kühn als „Systole und Diastole" der Milz angesprochen, im Nachweis und der Deutung des Anordnungsprinzipes elastischer Elemente und glatter Muskulatur in der Kapsel und dem trabekulären System und selbst im Parenchym (Neubert 1922, Gosch

1931) zu suchen. Dahingehende Vermutungen wurden natürlich gleich von den ersten Beobachtern der Kontraktionsfähigkeit der Milz, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts (Fick 1859, Tomsa 1863, Müller 1869) geäußert, und damit war zugleich die Frage nach dem Regulationsmechanismus der lienalen Blutzirkulation zum ersten Male aufgeworfen.

Während nun die einen, gestützt auf die Angaben der Physiologen, von Anfang an der nervösen Steuerung des elastisch-muskulären Bewegungsapparates der Milz die Hauptbedeutung zumaßen und auf dem Wege der Nervenreizung bzw. -durchschneidung die Bewegungsmechanik dieses Organes zu analysieren versuchten, wandte man auf der anderen Seite, ausgehend von der Beobachtung, daß die Quantität und Anordnung muskulärer wie elastischer Elemente in der Milz verschiedener Tierformen wesentliche Differenzen aufweist, der Struktur und dem Prinzip bei der Anordnung der verschiedenen Abschnitte des Gefäßapparates besondere Aufmerksamkeit zu. Hier wiederum beschäftigte sich die Mehrzahl der Autoren — besonders im Hinblick auf die Frage des Überganges der arteriellen in die venöse Blutbahn — vorwiegend mit der histologischen Wandstruktur des venösen Kapillargebietes und der Bedeutung der sog. Kapillarhülsen als anscheinend wesentlichsten Komponenten des intralienalen Kreislaufgebietes.

Was die histologischen Untersuchungen des ersteren anlangt, so haben die Beobachtungen Molliers (1901) hier zu einem gewissen Abschluß geführt; jedenfalls ist ihnen bisher nicht ernstlich widersprochen worden.

Nicht so bei der Beschreibung und Deutung der arteriellen Gefäßstrecke, speziell des von Schweigger-Seidel (1863) in die Literatur unter dem Namen Hülsenkapillare eingeführten Endabschnittes samt seiner als Hülse bezeichneten Umhüllung.

Hier durch das Studium der Wandstruktur der Gefäße sowie der Kapillarhülse als solcher und in ihren Beziehungen zur Kapillare einerseits, zum Retikulum andererseits, eine weitere Klärung herbeizuführen, ist die Absicht dieser Untersuchung, die ich im Auftrag und unter Leitung von Herrn Prof. von Möllendorff durchzuführen Gelegenheit hatte.

Technik und Material.

Strukturelle Milzuntersuchungen sind von jeher weitgehend eine Frage der Technik gewesen. So hat man durchaus den Eindruck, daß der wissenschaftliche Streit, offene oder geschlossene Blutbahn, der um die Jahrhundertwende zu recht heftigen Auseinandersetzungen führte, rascher zu klärenden Ergebnissen geführt hätte, wenn von subjektiver Auffassung unabhängigere Untersuchungsmethoden zur Verfügung gestanden hätten.

Im Hinblick auf eben erwähnte Fragestellung bemühten sich die älteren Autoren mittels Injektionsverfahren über die intralienalen Gefäßverhältnisse und deren Strukturbestandteile Aufschluß zu gewinnen.

Die ersten Untersucher wählten hierzu in der Kälte erstarrende kolloidale Lösungen, z. B. Leim (Billroth 1862), die sie, mit Farbstoffen versetzt, arteriell (Aorta, Arteria lienalis,), venös (Vena lienalis), bzw. von beiden Seiten her (Billroth 1862) injizierten. Durch die hierbei auftretende Schrumpfung der Injektionsmasse wurde aber die endotheliale Wandauskleidung kapillarer Gefäße stark in Mitleidenschaft gezogen, so daß Hoyer (zit. n. Bannwarth 1891) ein Injektionsverfahren mit Öl angab, das von Bannwarth (1891) recht günstig beurteilt wurde. Dieser verwandte daneben gefärbte Gelatinelösungen und verzichtete zugleich auf eine gleichmäßigen Druck garantierende Apparatur zugunsten manueller Injektion, „weil die Folgen der Injektion mit der Hand sich dann am besten verfolgen ließen". Weidenreich (1901) hält nicht viel von künstlichen Injektionen. Er befürwortet stark die sog. „vitale Injektion" von Farbstoffen usw. in die Vena jugularis nach Trzaska-Chrzonszczewsky (1898), Farbstoffe, die er später nach dem Vorbild Gurwitschs durch artfremde Erythrocyten ersetzte (Transfusionsmethode).

Mag es möglich sein, mit Hilfe dieser Methoden sich über die Kontinuität von Gefäßstrecken zu orientieren, wirklichen Einblick in die feineren Gefäßverhältnisse konnte man erst erwarten, wenn es gelang, das unübersichtliche Bild gewöhnlicher Milzschnitte klarer zu gestalten. Schon Schweigger-Seidel (1862) hatte versucht, durch Ausschütteln und Auspinseln von Schnitten die alle feineren Strukturen überlagernden zelligen Elemente zu beseitigen, aber erst Woronin (zit. nach Stieda 1899) kam auf Grund eines Verfahrens Rindfleischas (1872) auf die Idee, Organe mit physiologischer Kochsalzlösung nach Unterbindung der Vene prall aufzufüllen, dadurch „die histologischen Elemente auseinanderzudrängen" und in diesem Zustand zu fixieren. Damit war der Weg gewiesen für eine Methode der Durchströmung auch der Milz, eines Verfahrens, dessen sich seitdem so gut wie alle Untersucher bedienten (Mollier 1911; Neubert 1922; Oberniedermayr 1926; Held 1928 u. a.).

Auch wir nahmen Durchspülungen der Milz vor und schlossen daran Aufblähungen des Organes von arterieller oder venöser Seite an, ganz ähnlich wie das von Neubert (1922), Oberniedermayr (1926) und Held (1928) eingehend beschrieben wird, so daß hier auf Einzelheiten verzichtet werden kann. Die Durchspülung wurde teils mit Apparatur, zur Wahrung eines bestimmten und konstanten Druckes, größtenteils manuell mit der Spritze, die Aufblähung ausschließlich auf diese Weise ausgeführt. Den neuerdings von Plenk (1927) gegen diese Methode erhobenen Einwänden bezüglich „Zerstörung natürlicher Zusammenhänge im Bereich zartester Gefäßabschnitte", kann man wohl mit Mollier (1911) begegnen, der „nichts beschrieben haben will, was nicht auch an solchen (d. h. unaufgebläht fixierten) Präparaten zu sehen war".

Im ganzen wurden die Milzen von 9 erwachsenen Katzen nach Woronin, mit physiologischer Kochsalzlösung durchspült, am Schlusse

teilweise unter langsamem Zusatz von Fixierungsflüssigkeit, 3 davon von der arteriellen, 5 von der venösen Seite her daran anschließend aufgebläht. In wechselndem Dilatationszustand erfolgte nach Abbindung bzw. Abklemmung sämtlicher Gefäße am Hilus die Übertragung in die Fixierungsflüssigkeit (Susa), in der sie 24 Stunden verblieben. Darin erfolgte regelmäßig eine mehr oder minder deutliche Schrumpfung des ganzen Organes. Anschließend Übertragung in Alkohol, Methylbenzoat, Benzol, Paraffin.

In einer zweiten Versuchsreihe (12 Katzen) wurde das Tier laparotomiert, die Milz samt Gefäßstiel freigelegt und eine Entnervung zuführender Arterien vorgenommen. Hinterher ward das Organ reponiert, die Wunde vernäht und dreiviertel bis einen Tag später, nach mehrstündigem Aufenthalt des Tieres in einem etwa 37° warmen Raum, wieder eröffnet. Dabei beobachtete man eine mehr oder minder starke Anschwellung des Organes im Bereich der operierten Gefäße, die sich als Anschoppung mit Blut erwies. Die Entnervung wurde instrumentell ausgeführt, durch Zerschneidung oder Zerreißung perivaskulärer Nervenfäserchen; teilweise in Kombination mit Phenolbepinselung nach Bayliss (1902) (s. Hara 1922). Weitere Technik wie oben.

Schnittdicke: 3—30 μ.

Färbung: Azan (Heidenhain); Eosin-Methylblau, Eisenhämatoxylin (beide nach von Möllendorff).

Die Zeichnungen dieser Arbeit stammen von Herrn Universitätszeichner Dettelbacher, Freiburg i. Br.

Befunde.

I. Die arterielle Gefäßbahn.

1. Das Hilusgebiet.

Relativ früh teilt sich der Hauptstamm der Arteria lienalis in mehrere Äste auf, die, gemeinsam mit den entsprechenden Venen divergierend, den langgestreckten Hilus der Katzenmilz erreichen, eingeschlossen von den lienalen Ligamenten (v. Skramlik 1927 u. a.). Inmitten von Fett und kollagenem Bindegewebe, begleitet von Nerven, treffen wir am Hilus, in nächster Nähe der Milzkapsel, 6—7 solcher Gefäßpaare an.

Die *Vene* ist außerordentlich weit und zeichnet sich durch ein vielgestaltig ausgebuchtetes Lumen aus. Ihre Wand ist gegenüber der der gleichnamigen Arterie dünn und muskelarm. Die Adventitia ist auffallend locker gebaut; ihre kollagenen Fibrillen verlieren sich unmittelbar in das weitmaschige, relativ ungeordnete Bindegewebe des gefäßtragenden Ligaments. Das Endothel zeigt keine Besonderheit.

Die *Arterie* ist sofort kenntlich an der Regelmäßigkeit ihrer Konturen. Ihre Wand besteht in der Hauptsache aus einer ungewöhnlich kräftigen Media, die sich aus einer mehrfachen Schichtenfolge glatter Muskelzellen

zusammensetzt. Nach innen zu, gegen die Intima hin, wird die Media durch eine breite Elastica interna abgeschlossen. Diese zeigt bei nicht gedehntem Organ die übliche Schlängelung, während sie bei Milzen, die in stark dilatiertem Zustand fixiert wurden, relativ gestreckt erscheint. Das bestätigt die Beobachtungen Nakonetschnys (1923).

Eingebettet sind beide Gefäße in ein Filzwerk gröberer und feiner kollagener Fibrillen, die sich in unmittelbarer Gefäßnähe, besonders bei der Arterie, zu einer deutlichen adventitiellen Hülle verdichten.

2. Die Kapselscheide. (Vgl. hierzu Abb. 1 und 2.)

Beim Eintritt der Gefäße in das Organ verlaufen Arterie und Vene gemeinsam nebeneinander. Dieser findet in der Weise statt, daß die Gefäße die Kapsel zur Bildung gruben- bis kanalartiger Einsenkungen in die Tiefe vortreiben (vgl. Robinson 1930) (Abb. 1). Dabei läßt sich folgendes beobachten: je weiter die *Vene* in die Tiefe des Organes vordringt, desto mehr nähert sie sich der Wand der eingestülpten Kapselscheide. Dabei vermindert sich ihr adventitielles Faserwerk mehr und mehr, so daß am Ende die muskulären Bestandteile der Venenmedia und die der Kapselscheide unmittelbar aneinander zu liegen kommen. Schließlich findet eine Verschmelzung von Gefäßwand und Kapselscheide bis auf das Endothel statt (Kyber 1870, Bannwarth 1891, Kultschitzky 1895 u. a.). In ihrem weiteren Verlauf stellt sonach die Vene nichts dar als ein in die Kapselscheide, bzw. den Trabekel eingelassenes Endothelrohr.

In stärkstem Gegensatz dazu bleibt bis in den Grund der kapsulären Scheide hinein und, wie wir sehen werden, noch weit darüber hinaus, das *arterielle* Gefäß von einem Mantel lockeren kollagenen Gewebes rings umhüllt, abgesehen von der eigentlichen Gefäßadventitia, deren Fasern sich unmittelbar in die der erwähnten Bindegewebshülle verfolgen lassen. Auf diese Weise bleibt die Arterie jederzeit deutlich von der Wand der Kapselscheide wie von der benachbarten Venenwand getrennt (Abb. 2).

An den Stellen, an denen sich die Adventitia etwas von der Tunica media der Arterie abgehoben hat, kann man einen Einblick in die Anordnungsweise der kollagenen Fasern der Adventitia zur Arterie gewinnen. Es handelt sich um zwei Systeme von Fasern, die, sich überkreuzend, in Spiralturen das Gefäß umkreisen. Benninghoff (1930) hat auf diese Verhältnisse der sog. Torsionsstruktur der Gefäßadventitia besonders hingewiesen und die spiralige Anordnung der Fasern in Beziehung zur Längsdehnbarkeit des Gefäßes gebracht. Die Bestätigung seiner Beobachtungen am Gefäß eines Organes wie der Milz, deren Größe dauernden Schwankungen unterworfen ist, scheint durchaus im Sinne seiner Ansichten zu sprechen.

Neben den kollagenen Fasern finden sich reichlich elastische Netze in der Adventitia vor. V. SCHUHMACHER (1900) hat auf das Vorkommen

Abb. 1. Katzenmilz, Susa, Azan, 10 μ. Photo. Vergr. 16fach. Kapselscheidengefäße. *a* Arterie; *v* Vene; *z* kollagenes Zwischengewebe zwischen Arterienwand und Kapselscheide.

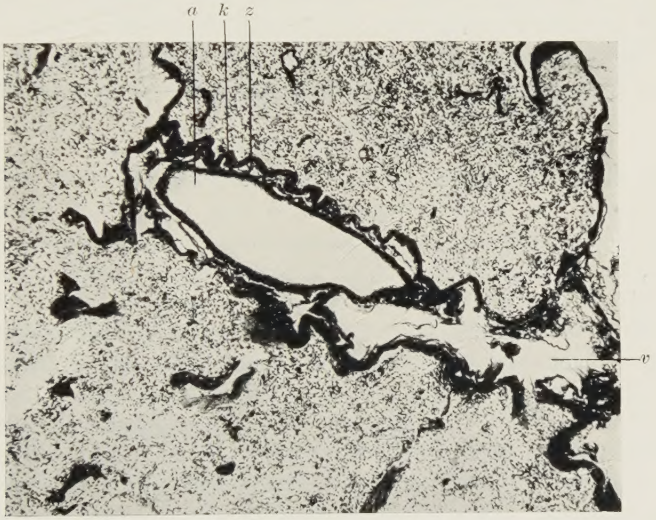


Abb. 2. Katzenmilz, Susa, Azan, 10 μ. Photo. Vergr. 35fach. Durchspülung nach WORONIN. *a* Ast der A. lienalis beim Eintritt in das Organ; *v* Ast der V. lienalis; *k* Kapselscheide in kontrahiertem Zustand; *z* kollagenes Zwischengewebe zwischen Arterienwand und Kapselscheide.

elastischer Elemente gerade in der Adventitia der Milzgefäße besonders hingewiesen. Allerdings scheint die Menge elastischen Gewebes an dieser Stelle, je nach der Tierart, nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen zu sein. Es ist anzunehmen, daß sich die Verwendung elastischen

Materials weitgehend nach dem Maximum der Dehnungs- und Kontraktionsfähigkeit des ganzen Organes richtet. Diese Kontraktionsfähigkeit ist wiederum abhängig vom Bau und der Anordnungsweise eines muskelhaltigen Kapsel- und Trabekelsystems. Über eine gewisse Gegensätzlichkeit in der Verwendung elastischer und muskulärer Baubestandteile beim Aufbau dieses letzteren vgl. die Angaben Reissners (1929).

Es sei an dieser Stelle schon darauf hingewiesen, daß die Ausbildung des beschriebenen lockeren Bindegewebsmantels um die Arterie, der, wie gesagt, Gefäß und Kapselscheide gegeneinander isoliert, für die Möglichkeit einer unabhängigen Kontraktionsfähigkeit von Gefäß- und Kapselmuskulatur verantwortlich gemacht wird. Dies gilt aber nur für die Arterie, da, wie gezeigt wurde, die Venenwand mit der Kapselscheide weitgehend verschmilzt.

Diese Gefäßstrecke innerhalb der Kapselscheide, die naturgemäß auf Querschnittsbildern ihren Zusammenhang mit dem Hilus nicht erkennen läßt, wird anscheinend von verschiedenen Autoren als die Strecke der „großen Trabekel" bezeichnet, dadurch charakterisiert, daß hier Arterie und Vene noch, anscheinend von trabekulärem Gewebe, in Wirklichkeit von der kapsulären Scheide, gemeinsam umschlossen werden (Schweigger-Seidel 1863, Bannwarth 1891). Genau genommen aber handelt es sich bei der bisher beschriebenen Gefäßstrecke um einen zwar intralienalen, aber durchaus noch extraparenchymatösen Gefäßverlauf. Sonach kann von Trabekeln eigentlich noch keine Rede sein.

3. Die Trabekelarterie.

Der Eintritt der Gefäße in das Parenchym des Organes vollzieht sich vom Grunde der kapsulären Scheiden aus. Von dort aus setzt sich bekanntlich das Bindegewebe der Kapselscheide samt Muskulatur strangförmig, bzw. septenartig als sog. Trabekel ins Innere des Parenchyms nach allen Seiten hin ausstrahlend fort und gewinnt stellenweise wieder Kontakt mit der dem Hilus gegenüberliegenden Kapselwand. Diese bindegewebigen, trabekulären Straßen werden von den Gefäßen benutzt, mit dem Unterschied, daß für gewöhnlich die Arterie auf eine weite Strecke eine totale Umscheidung mit trabekulärem Gewebe erfährt (Trabekelarterie), während die Vene in der Regel bald nach ihrem Übertritt ins Parenchym nur noch partiell von Balkengewebe umgeben wird, sich lediglich an ihren Trabekel anzulehnen scheint. Man stellt sich vor, daß auf diese Weise bei einer Kontraktion des Trabekelsystems gleichzeitig durch einseitigen Zug an den Venen, jedenfalls zu Beginn der Kontraktion, automatisch eine Eröffnung des Abflußgebietes erzielt werden kann (s. u. Mall 1903 u. a.).

Es läßt sich beobachten, daß die als Trabekelgefäße zu bezeichnenden Arterien und Venen auch weiterhin noch eine Strecke weit gemeinsam verlaufen können. Man kann aber auch nicht selten die

Feststellung machen, daß gleich vom Eintritt in das eigentliche Parenchym an Trabekelarterie und -vene getrennte Wege gehen. Dies gilt besonders für kleinere Gefäße. —

Ein kurzer Überblick über den intraparenchymatösen Gefäßverlauf hat folgendes Ergebnis: Die großen Trabekelgefäße strahlen gemeinsam mit den Hauptverzweigungen des Balkensystems vom Grunde der Kapselscheiden aus divergierend in das Parenchym ein und streben im Anfang

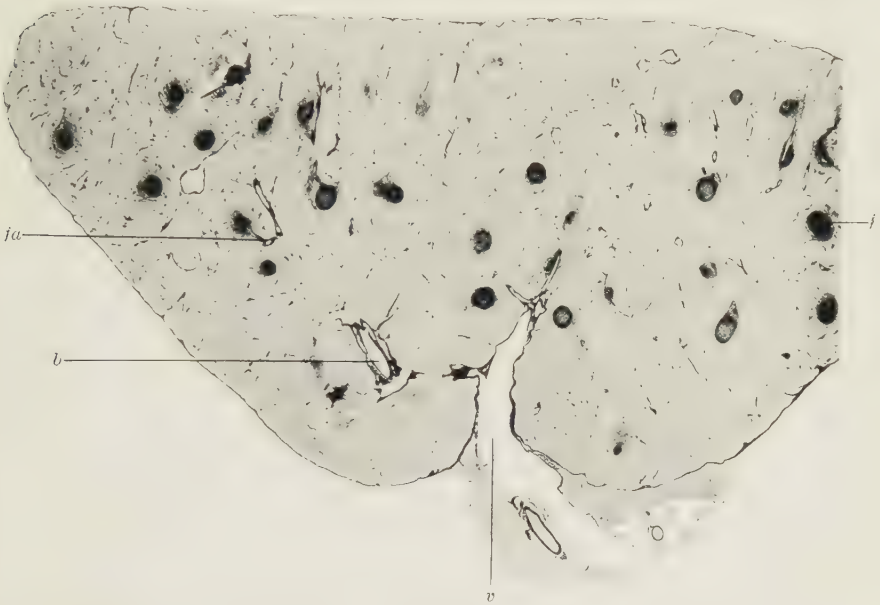


Abb. 3. Katzenmilz, Susa, Azan, 10 μ. Photo. Vergr. 6fach. Durchspültes, dilatiertes Organ. Nahezu Gesamtquerschnitt. *v* Kapselvene; *b* Balkenarterie; *fa* Follikelarterie; *f* Follikel. Man beachte die Anordnung der Follikel.

ziemlich geradlinig der dem Milzhilus gegenüberliegenden Kapselwand zu. Wie erwähnt, pflegen dabei Arterien und Venen sich bald voneinander zu trennen.

Die Trabekelarterien geben in der Regel auf dem ersten Drittel ihres Verlaufes keine nennenswerten Äste ab. Ungefähr an der Grenze von mittlerem und letztem Drittel verzweigen sie sich spitzwinkelig in mehrere Äste, deren Endabschnitte dicht unter der Kapsel angetroffen werden. In ihrer mittleren Verlaufspartie entspringen den Balkenarterien regelmäßig nahezu im rechten Winkel abgehend mehrere kräftige Äste, die, wie auch die beschriebenen Endverzweigungen der Trabekelarterien, alsbald Beziehungen zu Follikeln gewinnen (Abb. 3). Diese als Follikelarterien bezeichneten Gefäße tangieren in bekannter Weise einen oder mehrere Follikel. Sie können sich ihrerseits nochmals verzweigen. Häufig finden sich dann Follikelbildungen im sog. dichotomischen Astwinkel vor

(Ono 1930). In gewisser, geringer Entfernung von der Kapsel, nach Passage des letzten zu ihr gehörigen Follikels, geht jede Follikelarterie in sie sog. Pulpaarteriole über. Diese verliert mehr und mehr ihren arteriolären Charakter und wird schließlich zur Kapillare. Um diese findet die Ausbildung der sog. Kapillarhülse statt, in der die letzten Verzweigungen der arteriellen Gefäßstrecke, die bekannten pinselartigen Aufteilungen, zu beobachten sind.

Für die Venen scheint sich in dieser Weise ein allgemeingültiges Verlaufsgesetz nicht aufstellen zu lassen. Die Trabekelvenen haben im Anfang einen den entsprechenden Arterien ähnlichen Verlauf. Bezüglich ihrer Verzweigung scheint die Tendenz vorzuherrschen, größere Äste mitten hinein in die von Follikelarterien begrenzten Pulpaabschnitte abzugeben. Dadurch ergibt sich das Bild einer gewissen Alteration arterieller und venöser Gefäßanteile. (Vgl. hierzu Mall 1900 und Robinson 1930.)

Der Ursprung von Follikelarterien aus Trabekelarterien findet nicht regellos statt. Vielmehr hat es den Anschein, als ob alle Follikelarterien aus den Balkengefäßen nahezu in gleicher Höhe entsprängen, d. h. in einer gewissen korrespondierenden Entfernung vom Ursprung der Balkenarterie am Grunde der Kapselscheide an gerechnet. So kommt es, daß die zu den Follikelarterien gehörigen Malpighischen Körperchen auf gewissen Querschnittsbildern eine konzentrische Lagerung einnehmen, um einen Kreismittelpunkt, der ungefähr in der Gegend des Eintritts der Scheidengefäße in die Milz zu suchen ist (Abb. 3). Da aber auf der proximalen Verlaufsstrecke der Trabekelarterien, wie beschrieben, keine Astabgabe stattfindet, erklärt es sich, daß in einem gewissen Umkreis um die Eintrittszone der Gefäße in die Milz, wie ebenfalls aus Querschnittsbildern hervorgeht, auch Follikelbildungen vollkommen vermißt werden.

Anscheinend entspricht also die Anordnung des lymphatischen Gewebes in der Katzenmilz einem ganz bestimmten Prinzip. Dies spricht doch wohl gegen die gelegentlich geäußerte Ansicht, als seien die Follikel „nur als vorübergehende Bildungen, nicht als spezifisch vorbestimmte Gewebsdifferenzierungen aufzufassen“ (Hartmann 1930 mit Bezug auf Weidenreich und Downey 1912).

Vielleicht kann man hierzu auch die Beobachtungen Hellmans (1922) heranziehen. Er findet bezüglich des lymphatischen Gewebes im Darm, daß die Plaques sozusagen Organbildungen im Darm darstellen können — mit „recht großer Konstanz“ ihres Vorkommens.

Derselbe Autor stellt fest, daß „die Menge des lymphatischen Gewebes in der menschlichen Milz in einem recht bestimmten Verhältnis zur Größe des Organes steht“ (1926). —

Im einzelnen ist über den Bau der verschiedenen Abschnitte der arteriellen Gefäßbahn folgendes zu sagen:

Was den Bau der *Balkenarterie* angeht, so stimmen alle Autoren darin überein, daß das Gefäß aus Intima, einer kräftigen Media und einer relativ breiten Adventitia besteht und außerdem von trabekulärem Gewebe zirkulär umscheidet wird. Dieses Balkengewebe ist bekanntlich bei der Katze äußerst reich an glatter Muskulatur. An der Zwischenschaltung einer an kollagenen Fasern reichen Gewebsschicht zwischen Gefäßmedia und Trabekelmuskulatur, ganz ähnlich wie bei den Kapselscheidenarterien, ist gar nicht zu zweifeln. Die allgemeinen Betrachtungen, die A. Hartmann (1930) im Hinblick auf gewisse Korrelationen zwischen muskelreichen Trabekeln und adventitieller Gefäßhülle als Regel aufstellen möchte, treffen also anscheinend für die Katzenmilz nicht zu. Sie schreibt: „Untersucht man die Balkenarterie bei Tieren, deren Trabekel reichlich glatte Muskulatur enthalten (z. B. Katze u. a.), so zeigt sich, daß sie einer speziell gebauten adventitiellen Hülle entbehren. Sie heben sich nur durch die feste, geschlossene Muskelwand der Media hervor, um welche sich fast unmittelbar das Balkengewebe anschließt. Das Gefäß ist also direkt in die Substanz der Trabekel eingelassen" usw. Ich habe an meinen azangefärbten Präparaten feststellen müssen, daß sich regelmäßig während des ganzen Verlaufes der Trabekelarterien zwischen dem Gewebe des Trabekels und der Gefäßmedia eine deutliche Lage sich blau färbenden kollagenen Gewebes verfolgen läßt, das ohne Frage als „adventitielle Hülle" bezeichnet werden muß.

Wir haben also in bezug auf den Gesamtquerschnitt der Wand der Balkenarterie unter Verzicht auf feinere Differenzierungen, vier Schichten zu unterscheiden: eine Intima, eine Media, eine adventitielle, hauptsächlich aus kollagenen Fibrillen bestehende Zwischenschicht und zu äußerst eine trabekuläre Gefäßscheide.

4. Die Follikelarterie.

Die Follikelarterien sind, wie auseinandergesetzt, seitliche Äste der Balkenarterien. In ihrer Wandung findet in gewissen Abständen, durch vorwiegend einseitige lymphatische Infiltration der Gefäßadventitia, die bekannte Follikelbildung statt. Daraus erklärt es sich, daß die Arterien exzentrisch zu den Follikeln zu liegen kommen. Dies gilt nicht nur für die Katzenmilz. Bei gewissen Tierarten ist aber die Ausbildung des lymphatischen Gewebes nicht auf die Bildung zirkumskripter Follikel beschränkt, sondern die Infiltration der Adventitia erstreckt sich auf größere Gefäßstrecken. Und zwar findet sie in diesem Falle konzentrisch statt. Bei dieser Art Zuordnung lymphatischen Gewebes zum Gefäßsystem mag infolgedessen der mit Follikelarterie gleichsinnig gebrauchte Name „Zentralarterie" (Weidenreich 1901) seine Berechtigung haben. Da aber bei der Katzenmilz das lymphatische Gewebe streng auf die Follikel beschränkt bleibt (Neubert 1922, Hellsten 1928), möchte ich die Bezeichnung Zentralarterie mit Jäger (1926) für diese Gefäßstrecke der Katzenmilz vermeiden.

Der gewebliche Aufbau der *Follikelarterie* ist gegenüber dem der Balkenarterie besonders dadurch charakterisiert, daß die Einscheidung

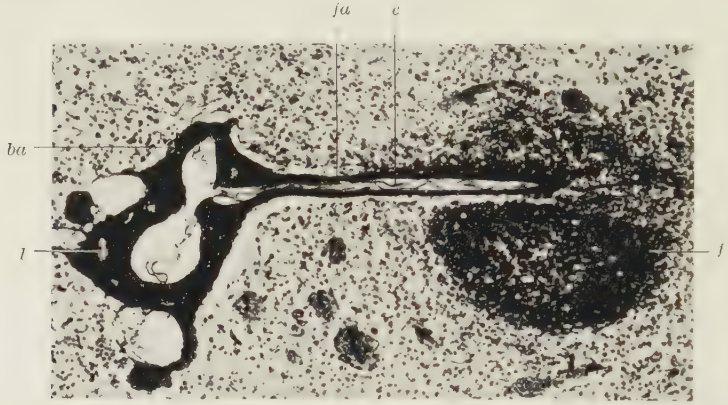


Abb. 4. Katzenmilz, Susa, Azan, 10 μ. Photo. Vergr. 100fach. Durchspültes, gedehntes Organ. *f* Follikel; *ba* Balkenarterie; *fa* Follikelarterie; *e* abgelöstes Endothel. Zwischen der Wand der Balkenarterie und dem Balkengewebe befindet sich lockeres kollagenes Gewebe. Es enthält in diesem Falle größere und kleinere Lücken (*l*). Das Balkengewebe setzt sich nicht auf die Follikelarterie fort.

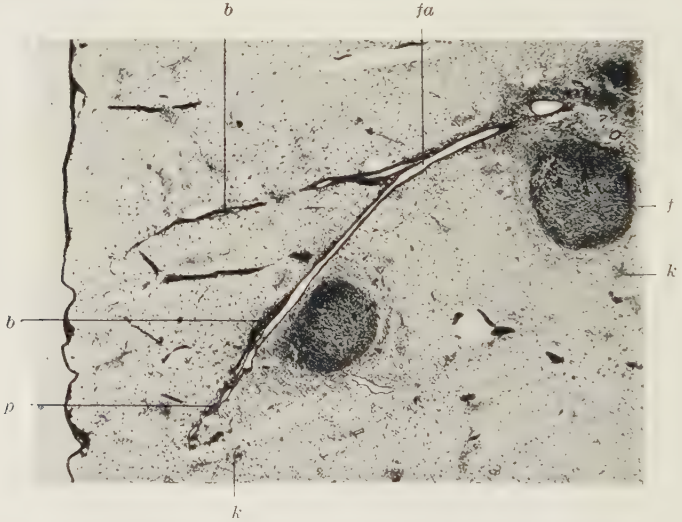


Abb. 5. Katzenmilz, Susa, Azan, 10 μ. Photo. Vergr. 35fach. Durchspültes und dilatiertes Organ. *f* Milzfollikel; *fa* Follikelarterie; *b* Follikelarterie in Anlehnung an von der Kapsel entspringende Milzbälkchen; *p* Follikelarterie im Übergang zur Pulpaarteriole begriffen; *k* Kapillarhülsen.

des Gefäßes mit trabekulärem Gewebe in Wegfall kommt. Die Arterie verläßt sozusagen den Balken (Abb. 4). Dies gestaltet sich folgendermaßen: Beim Ursprung der Follikelarterie aus der Balkenarterie läßt

sich ein kontinuierlicher Übergang der Gefäßschichten der Balkenarterie in die der Follikelarterie deutlich verfolgen. Dies gilt nicht allein für Intima und Media, sondern auch die Adventitia der Follikelarterie steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der adventitiellen Hülle des Balkengefäßes. Dagegen setzt sich die trabekuläre Scheide der Balkenarterie nicht ohne weiteres auf die entspringende Follikelarterie fort. An den jeweiligen Abgangsstellen der Follikelarterien findet eine starke Auflockerung des trabekulären Gewebes der Balkenarterie statt. Aber nur feinere Bündel kollagenen Gewebes schließen sich dem entspringenden Gefäß unmittelbar an, in dessen Adventitia sie sich bald verlieren. Muskuläre Elemente des Gefäßtrabekels setzen sich nicht auf die Follikelarterien fort.

Die Follikelarterie besitzt also nunmehr nur noch die drei üblichen Wandschichten der Arterien. Man darf aber nicht vergessen, daß sich häufig in der Peripherie eine Follikelarterie wieder an von der Kapsel entspringende Bälkchen anlehnen kann, so daß erneut eine, wenn auch nur partielle Einscheidung des Gefäßes mit trabekulärem Gewebe vorgetäuscht werden kann (Abb. 5).

Die Wandstruktur der Follikelarterie zeigt an sich keine Besonderheit. Die näheren Beziehungen der Arterie zu Follikeln, die Auflockerung und zellige Infiltration ihrer Adventitia usw. interessieren hier nicht. Man findet das Nähere bei Jäger (1929). Bemerkenswert erscheint nur, daß nach der tangentialen Passage der Follikel die Gewebszüge der zersprengten Gefäßadventitia sich immer wieder zu einer geschlossenen adventitiellen Gefäßscheide zusammenschließen.

5. Die Pulpaarteriole. (Vgl. hierzu Abb. 6a—c.)

Nach Verlassen des letzten zu ihr gehörigen Follikels, gewöhnlich nicht fern von der Milzkapsel, findet eine merkliche Abnahme der Dicke der Arterienwand statt. An der Intima ändert sich zunächst nichts. Dagegen vermindert sich die Muskulatur der Media bald auf eine einschichtige Lage zirkulär verlaufender Muskelzellen (Abb. 8a). Auch die Adventitia nimmt sichtlich an Dicke und Dichte ihrer Gewebsbestandteile ab. Sie fasert sich auf. Ihre Fäserchen werden immer dünner und verlieren dabei gleichzeitig ihre Färbbarkeit mit der blauen Komponente der Azanfärbung. Noch eine Strecke weit lassen sie sich parallel zur Längserstreckung des Gefäßes verfolgen. Schließlich kann man sie färberisch von retikulären, perivaskulären Gewebselementen nicht mehr unterscheiden. —

Auch hier erscheint es angebracht, kurz auf einige Abweichungen in der Benennung dieser Gefäßstrecke einzugehen. Weidenreich (1901) hat für den proximalen Abschnitt der Gefäßbahn nach endgültigem Verlust lymphatischer Umscheidungen des Gefäßrohres den Namen „Pulpaarterie“ eingeführt. Sie reicht nach ihm „von der Austrittsstelle aus

dem Milzknötchen bis zum Beginn der Kapillarhülse". Seine Beschreibung gilt für die menschliche Milz. Für diese gilt auch die weitere Feststellung, daß die Pulpaarterie den Übertritt des Gefäßes aus der weißen in die rote Pulpa vollzieht. Bei der Katzenmilz ist eine strenge Einteilung der arteriellen Gefäßbahn in einen proximalen, ausschließlich in der weißen Pulpa und einen distalen, ausschließlich in der roten Pulpa verlaufenden Gefäßabschnitt nicht möglich, da, wie erwähnt, das lymphatische Gewebe lediglich auf die Follikelbildungen beschränkt bleibt (HARTMANN 1930). Ergänzt man aber die Definition WEIDENREICHS

Abb. 6a—c. Katzenmilz, Susa, Eisenhämatoxylin (v. MÖLLENDORFF), 10 μ. Zeichnung. Vergr. 800fach. Zeiß Okul. 7. Imm. 1/12. Durchspültes, gedehntes Organ. a) Proximaler Teil einer Pulpaarteriole. *k* Kern einer Endothelzelle; *mf* Muskelfasersystem der Media, zum Teil in Abweichung von reiner zirkulärer Verlaufsart begriffen; *r* Kern einer Retikulumzelle; *rf* retikuläres Zell- und Faserwerk umgibt als adventitielles Gewebe das Gefäß. b) Pulpaarteriole an der Grenze von proximalem und distalem Anteil (Übergangsstück). Die Abbildung zeigt die Verminderung der zirkulär, bzw. quer verlaufenden Elemente. c) Distaler Anteil der Pulpaarteriole. Übergangsstück mit kapillärer Struktur. Keine Querfasern mehr. Man beachte die spiralige Anordnung der Endothelzellen. *l* Cytoplasmatische Ausläufer der Endothelzelle; *p* peritheliales bzw. adventitielles Faserwerk.

folgendermaßen: „. . . . von der Austrittsstelle aus dem letzten, zur Arterie gehörigen Milzknötchen . . .", so hat sie auch für diesen Milztyp Geltung.

Ob man diesen Gefäßabschnitt anstatt als Pulpaarterie nicht lieber als Arteriole bezeichnen sollte, ist bis zu einem gewissen Grade Ansichtssache. Da aber der distale, kurz vor dem Übergang in die Kapillare gelegene Abschnitt der Pulpaarterie bereits kapilläre Struktur aufweisen

kann, möchte ich die Bezeichnung Arteriole für diese präkapilläre Gefäßstrecke unbedingt vorziehen.

Über die Struktur der *Pulpaarteriole* ist im einzelnen folgendes zu sagen: Während die Follikelarterie bezüglich ihres feineren Aufbaues (geschlossenes Endothelrohr, Media aus lückenlos sich aneinanderreihenden, zirkulär angeordneten Muskelzellen, kräftige Adventitia) noch mit aller Deutlichkeit das Bauprinzip kleiner Arterien erkennen ließ, beobachtet man an der Pulpaarteriole Strukturveränderungen, die auf einen sukzessiven Verlust der für die Arterienwand typischen Charakteristika hinweisen und damit zum Begriff der Kapillare hinüberleiten (vgl. Eppinger 1920: „modifizierte Kapillare"). Dies äußert sich einmal, wie schon erwähnt, im Verlust einer speziellen, kollagene Fasern tragenden adventitiellen Bindegewebshülle und ferner in einer zunehmenden Rarifizierung ihrer muskulären Elemente. Dabei spielen sich Umformungsprozesse ab, die ganz dem von Benninghoff modifizierten Zimmermannschen Schema bezüglich des Bildungsmodus der Pericyten entsprechen (Zimmermann 1923, Benninghoff 1930) (Abb. 6a—c). So kommt es, daß der Begriff Pulpaarteriole, wie das in der Natur der Sache liegt, ein Gefäßgebiet umfaßt, das in seinem proximalen Abschnitt die nahe Verwandtschaft mit der Arterie, in seinem distalen den bevorstehenden Übergang zu kapillärer Struktur nicht verkennen läßt.

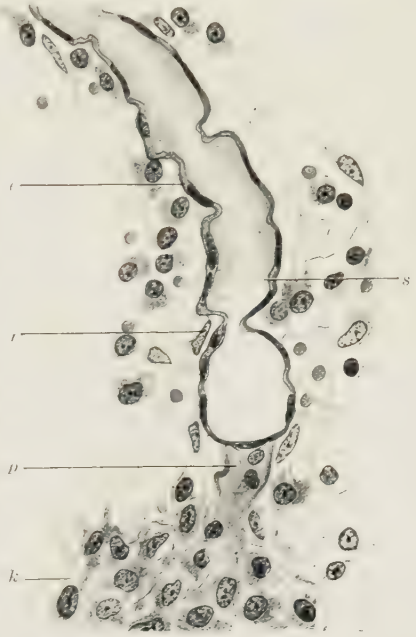


Abb. 7. Katzenmilz, Susa, Azan, 10 μ. Zeichnung. Vergr. 550fach. Zeiß okul. I. Imm. 1/12. Durchspultes, stark gedehntes Organ. *Distaler Abschnitt der Pulpaarteriole (Übergangsstück).* Das Gefäß ist bei *s* angeschnitten; *p* Präglumärer Teil der Kapillare, hinter der Zeichenebene liegend; *k* Kapillarhülse. Die Abbildung soll die Erweiterungsfähigkeit der Arteriole (Übergangsstück) und die Schlängelung dieses Gefäßabschnittes zeigen. Auffällig sind die zwerchsackartigen Einschnürungen. *r* Kern einer an der tiefsten Stelle der Einschnürung sitzenden Retikulumzelle; *e* Endothel.

Aber nicht allein auf Grund dieser morphologischen Befunde, sondern auch durch die Beobachtung einer anscheinend andersgearteten funktionellen Beanspruchbarkeit veranlaßt, halten wir es für berechtigt, diesen distalen Abschnitt der Pulpaarteriole durch die Bezeichnung „Übergangsstück" besonders hervorzuheben. Man findet nämlich, besonders bei stark gefülltem arteriellen Gefäßsystem, daß diese unmittelbar vor der

eigentlichen arteriellen Kapillare gelegene Gefäßstrecke relativ zu der ihr unmittelbar vorausgehenden mitunter ein auffällig weites Lumen besitzt (Weidenreich 1901). Fernerhin zeichnet sich dieser Gefäßabschnitt, worauf schon Weidenreich (1901) und andere hinwiesen, häufig durch eine ungewöhnliche Schlängelung aus und zeigt mitunter eine Reihe sanduhrartiger Einziehungen (Abb. 7). Letztere Erscheinung rührt unter Umständen daher, daß an dieser Stelle durch angelagerte vereinzelte Muskelzellen das Gefäßrohr an der Dilatation gehindert wird.

6. Die arterielle Kapillare.

Die folgende Gefäßstrecke ist die arterielle Kapillare. Sie wird von der Mehrzahl der Forscher als solche erkannt und beschrieben. Bekanntlich findet um sie an einer bestimmten Stelle die Ausbildung einer sog. Kapillarhülse („Gluma capillaris [1]) statt. Daraus ergibt sich von selbst die Einteilung der Kapillare in einen prä-, intra- und postglumären Abschnitt oder die Endkapillare.

Die deutliche Ausbildung einer präglumären Kapillarstrecke wird mitunter vermißt. In solchen Fällen kann der Übergang der Arteriole, des „Übergangsstückes", in die Kapillare ziemlich unvermittelt erfolgen. Dies ist besonders bei stark gefülltem arteriellem Gefäßsystem zu beobachten, da der Dehnungsfähigkeit der Kapillare gegenüber der der Arteriole engere Grenzen gesetzt sind. Umgekehrt findet ein ziemlich fließender Übergang der Arteriole in die Kapillare statt, wenn die Gefäße wenig gedehnt sind.

Auf den penizillären Teilungsmodus der Kapillare, zum Teil vor, zum Teil innerhalb der Hülse, soll hier nur kurz hingewiesen sein. Näheres bei Weidenreich (1901) und anderen.

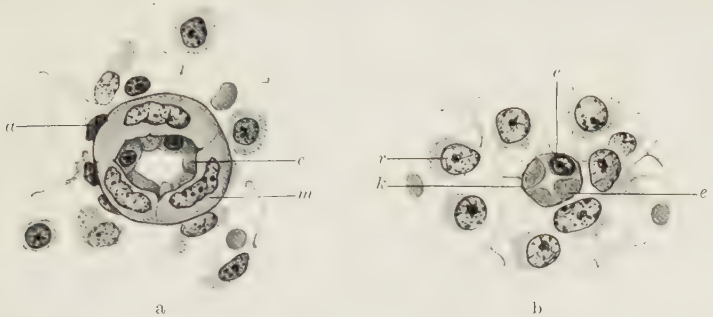
Was die feinere Struktur der eigentlichen Kapillare angeht (die folgende Beschreibung gilt aber mehr oder weniger auch für den peripheren Teil der Pulpaarteriole), so gilt folgendes:

Es handelt sich um ein Endothelrohr aus schmalen, mit langen cytoplasmatischen Ausläufern versehenen Zellen, die in großen Spiralen zur Längsachse des Gefäßrohres angeordnet sind (Abb. 6c). Ihr Cytoplasma erscheint ziemlich homogen und ist sehr deutlich färbbar. Die mit einem Nukleolus und einer Anzahl feiner Chromatinkörnchen ausgestatteten längsovalen Zellkerne springen auffallend weit in das an sich schon enge Kapillarlumen vor, besonders stark bei schwach gefülltem Gefäßsystem.

Dadurch erscheint das Lumen auf dem Querschnitt einer Kapillare als ein sternförmig zwischen die nahe beieinander liegenden Endothelzellen sich fortsetzender Spaltraum (Abb. 8b). Die engste Stelle der Kapillare liegt zweifellos innerhalb der Hülse. Hier befindet sich damit zugleich die engste Stelle der gesamten arteriellen Gefäßbahn. Der

[1] gluma, ae (lat.) = der Balg, die Hülse.

Durchmesser der Kapillare kann an dieser Stelle kleiner sein als der eines roten Blutkörperchens. (Kultschitzky 1895, Weidenreich 1901, Jolly 1911). Derartige Angaben können allerdings zunächst nur relativen Wert haben. Denn man muß immer bedenken, daß die Gefäßweite gerade bei Milzgefäßen, auch bei den Kapillaren, wie unsere Beobachtungen mit Bestimmtheit ergeben haben, weitgehend vom Füllungszustand des ganzen Organes abhängig gemacht werden muß. Darauf wurde schon bei der Besprechung des Überganges der Arteriole in die Kapillare hingewiesen. Dies gilt nicht nur für verschiedene Milzen, sondern selbst im gleichen Organ kann eine regional verschiedene Weite der Kapillaren angetroffen werden. Dagegen muß betont werden, daß innerhalb der



a b

Abb. 8. Katzenmilz, Susa, Eosinmethylblau, 10 μ. Zeichnung. Vergr. 800fach. Zeiß Okul. 7. Imm. 1/12. Durchspültes, gedehntes Organ. a) Querschnitt einer Pulpaarteriole. *e* Endothel; *m* Zelle der Media; *a* adventitielle Retikulumzelle. b) Querschnitt durch eine Hülsenkapillare. *e* Endothelzellen; bei einer ist der Kern getroffen; *k* Kapillargrundhäutchen mit Gitterfasern; *r* Rundzelle der Hülse.

Hülse das Kapillarlumen eine relativ konstante lichte Weite aufzuweisen pflegt. Man hat unbedingt den Eindruck, daß der Erweiterungsfähigkeit der Kapillare an dieser Stelle sehr enge Grenzen gesetzt sind.

Eingehüllt wird das Endothelrohr der Kapillare, dasselbe gilt für den distalen Abschnitt der Arteriole, von einem Mantel homogenen, schwach sich färbenden Cytoplasma, der bis zur Hülse, d. h. auf der präglumären Strecke, auf dem Querschnitt eine beachtliche Breite aufweisen kann. In ihm sind nicht wenig Kerne eingelagert, die allerdings, je näher wir der Hülse kommen, an Zahl abnehmen. Sie sind also direkt in den „Grundsubstanzmantel des Gefäßes eingeschlossen" (Plenk mit Bezug auf Pericyten 1927). Diese cytoplasmatische Hülle ist auf dem Querschnitt nach außen hin durch eine ununterbrochene Kontur scharf begrenzt. Außen findet man an diese Hülle des öfteren retikuläre Zellkerne angelagert, die sich ihr eng anschmiegen. Auf Querschnitten beobachtet man innerhalb dieses Cytoplasmamantels feine Linien, die wohl als Zellgrenzen aufzufassen sind. Diese cytoplasmatische Hülle kann demnach wohl mit Recht als eine Adventitia capillaris im Sinne Marchands bezeichnet

werden. Auf ihren kontinuierlichen Zusammenhang mit der Media proximal sich anschließender Gefäßanteile wurde schon hingewiesen.

Zwischen der Adventitia capillaris und der Basis der Endothelzellen findet gleichfalls eine deutliche Abgrenzung statt. Es handelt sich um einen schmalen Streifen kräftig sich färbenden, gleichfalls homogenen Cytoplasmas.

Vielleicht kann man diese Grenzzone als eigentliches „Kapillargrundhäutchen" bezeichnen. Es ließe sich im Sinne Plenks (1927) mit der Elastica interna stromaufwärts liegender Gefäßabschnitte homologisieren. Nicht dagegen mit der Media und Adventitia. Das Homologe für diese beiden letzteren müßte man in der beschriebenen kernhaltigen adventitiellen Scheide der Kapillaren suchen. Dies ist im Grunde auch die Ansicht Plenks.

Während die Adventitia capillaris mit dem Auftreten der Hülsen in deren Gewebe übergeht, bleibt das feine, den Endothelien unmittelbar aufsitzende Grundhäutchen auch auf der intraglumären Kapillarstrecke erhalten (Abb. 8b) (s. u.). Das scheint besonders für die Berechtigung zu sprechen, die Grenzzone der Adventitia capillaris gegenüber den Endothelzellen als Kapillargrundhäutchen hervorzuheben.

Ebenso wie die Zahl der einzelnen eingelassenen Kerne nimmt auch die Menge des Cytoplasmas der Adventitia capillaris ab, je näher wir der Hülse kommen. Dicht vor ihr besteht die Adventitia capillaris nur noch aus einer relativ flachen, nach außen und innen deutlich abgegrenzten cytoplasmatischen Hülle mit einigen eingelagerten Kernen. Diese Adventitia geht mit dem Beginn der Ausbildung von Hülsengewebe um die Kapillare fließend in deren zellige Anteile über.

Die Kapillare wird demnach innerhalb der Hülse nicht mehr von einer deutlich doppeltkonturierten Adventitia umgeben. Vielmehr sitzen die Endothelzellen innerhalb der Hülse basal nur noch einem sehr feinen cytoplasmatischen Häutchen auf (vgl. Bargmann 1930), in das eine große Anzahl zirkulär verlaufender Gitterfäserchen „tiefenreliefartig" (Volterra 1925, Plenk 1927) eingelagert sind. Auch Teitel-Bernard (1930) findet bei der Hundemilz, daß „sich die Endothelien der Hülsenarterien auf eine Lage gut entwickelter zirkulärer Fasern stützen".

Dieses „Grundhäutchen" kann nicht mehr eine geschlossene Hülle um das Endothelrohr bilden, denn man findet bei Aufsicht auf das Gefäß zwischen den Endothelzellen, die innerhalb der Hülse ihren seitlichen Kontakt miteinander verlieren und vielfach schon hier auseinanderzuweichen beginnen, durch nichts ausgefüllte, lange, schmale interendotheliale Spalträume vor.

Dieser Trennungsprozeß der Endothelien voneinander erreicht seinen Höhepunkt, wenn das Gefäß die Hülse verlassen hat. Nunmehr verlieren die Endothelzellen jeglichen seitlichen Zusammenhang miteinander, bis schließlich die bekannte trichterförmige (Kultschitzky 1895, Neubert

1922), glockenförmige (Robinson 1930), bzw. ampullenförmige (Golz zit. nach Thoma 1899) Endigung des Kapillarrohres mit unmittelbarem Übergang in das Maschenwerk des Retikulums stattfindet.

Hier hat sich das Grundhäutchen in cytoplasmatische, durch große Lücken voneinander getrennte Lamellen aufgelöst, die quer und ringförmig die Endothelzellen umfassen.

In diese cytoplasmatischen Leisten sind dgl. von außen her Retikulinfasern ein-, bzw. aufgelagert. Es handelt sich bezüglich der Lage dieser Gitterfasern zu den Maschen dieses die Endothelien umgebenden cytoplasmatischen Netzwerkes um dieselben morphologischen und topographischen Verhältnisse wie bei dem cytoplasmatischen Maschenwerk des Retikulums der Pulpa, von dem sich dieses, die Endothelien einhüllende „lamelläre Retikulargewebe", um einen Ausdruck Volterras (1925) zu gebrauchen, kaum in etwas unterscheidet.

Wenn Neubert (1922), der diese Verhältnisse eingehend beschrieben hat, bezüglich des feineren Baues der Endkapillare sagt, er finde sie „aus breiten endothelialen Längsleisten und relativ schmalen Querleisten zusammengesetzt", so erweckt das leicht den Eindruck einer substantiellen Identität beider Baubestandteile, und kann dazu führen, diese beiden sich überschneidenden Strukturbestandteile in einer Ebene angeordnet sich vorzustellen.

Unsere Befunde scheinen auch gegen die Auffassung Plenk's (1927) zu sprechen, der die Annahme vertritt, „daß die Endothelzelle selbst eine faserbildende Grundsubstanz ausscheide". Unseres Erachtens spricht der geschilderte Auflösungsprozeß der geschlossenen adventitiellen Hülle in retikulumähnliches Zellgewebe, dazu die topographische Zuordnung des Gitterfasernetzes zu letzterem, sehr dafür, daß wir in der Kapillaradventitia eine besondere Erscheinungsform des retikulären Gewebes der Pulpa zu erblicken haben. Gleichzeitig mit der Aufspaltung des Endothelrohres gewinnt gleichsam dieses in eine spezielle Form gebrachte Retikulum seine eigentliche Gestalt zurück.

Diese Auffassung der Capillaradventitia als modifiziertes Retikulum nimmt der Frage nach der Entstehung der Gitterfasern die Schwierigkeiten, die ihr anhaften, wenn man, wie Plenk das tut, die Endothelzellen auf dem Umweg über eine ausgeschiedene Grundsubstanz als Faserbildner ansieht.

Eine Differenzierung dieses in unserem Sinne röhrenbildenden retikulären Gewebes in Pericyten und davon verschiedene Adventitiazellen haben wir nicht vornehmen können. Beobachtungen über eventuelle Kontraktilität dieser periendothelialen Zellelemente haben wir nicht angestellt.

Wenn wir in unserem Falle den Versuch machen, die Adventitia capillaris der arteriellen Kapillarstrecke der Milz zunächst rein morphologisch in direkte Beziehung zum umgebenden Retikulum der Pulpa zu

bringen, so liegt doch unseres Erachtens die Vermutung nahe, daß es sich auch genetisch und funktionell um ein in seinen Potenzen nahe verwandtes mesenchymales Material handelt. In diesem Sinne sprechen auch die Untersuchungen Onos (1930) bezüglich der Entwicklung der menschlichen Milz. Er schreibt, zu einem gewissen Zeitpunkt „erhalten die arteriellen Kapillaren einen Mantel junger mesenchymaler Retikulumzellen".

Auch Maximow (1927) erwähnt die Angaben, daß es sich bei der sog. Adventitia capillaris „um eine Verdichtung des faserigen Retikulums des umgebenden Gewebes handelte". Er selbst sieht mit Herzog (1916) die dem unter dem Namen „Adventitia capillaris" bekannten Häutchen einverleibten Zellen als „undifferenzierte, embryonale Elemente an mit ungeschmälerten Potenzen — Mesenchymzellen". Dies gilt besonders für die Kapillaren des Netzes.

„Als vollständig geklärt", können allerdings nach der Meinung Maximows „die Wechselbeziehungen der adventitiellen Mesenchymzellen und der Retikulumzellen des Netzes noch nicht gelten".

Von Benninghoff (1926) werden „diese, dem Kapillarrohr dicht angeschlossenen Zellen" als Fibrocyten aufgefaßt. —

Eine morphologisch schärfer faßbare Fortsetzung des Kapillarrohres über den Endtrichter hinaus hat sich nicht beobachten lassen, ebensowenig eine direkte Kommunikation mit der venösen Gefäßbahn ohne Zwischenschaltung retikulären Maschenwerkes, trotz teilweise unmittelbarer Nachbarschaft der Endverzweigungen der arteriellen und des Ursprungs der venösen Gefäßbahn.

Dagegen kann man gelegentlich feststellen, daß sich die Endtrichter der arteriellen Kapillaren in schlauchartig aneinandergereihte, in offener Kommunikation untereinander stehende Retikulummaschen öffnen. Vielleicht sind von den Autoren, die einen direkten Übergang der arteriellen in die venöse Gefäßbahn beobachtet haben wollen, derartige Bildungen von „Parenchymschläuchen" als Ursprungsvenen angesehen worden.

Wir selbst stellen uns unbedingt auf den Standpunkt einer offenen Gefäßbahn in der Katzenmilz.

II. Die venöse Gefäßbahn.

1. Das Wurzelgebiet.

Die venöse Gefäßbahn nimmt ihren Ursprung aus dem Maschenwerk des Retikulums. Unter Verbreiterung der üblichen, dessen Hohlraumsystem begrenzenden cytoplasmatischen Lamellen formen sich Kämmerchen und Gänge, die sich eine Strecke weit, ohne sich wesentlich vom umgebenden Retikulum zu unterscheiden, im Parenchym verfolgen lassen, sich aber bald zu Röhrchen mit eigener, aber noch ungeschlossener Wand vereinigen (Kultschitzky 1895). Desgleichen weisen

die Kerne dieser von außen her durch Gitterfasern gestützten (Kultschitzky 1895), ein relativ unbestimmtes Lumen begrenzenden Membranen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber denen des Retikulums auf. Sie sind von etwas mehr rundlicher Form, erscheinen von der Seite gesehen flach, lassen aber zunächst bezüglich ihrer Anordnung noch keine besondere Orientierung erkennen. Bald jedoch läßt sich feststellen, daß sie, schmaler werdend, sich in die Länge strecken, während sich in der Richtung ihrer Längsachse deutlicher sich färbende cytoplasmatische, streifenförmige Felder ausbilden, die eine Ähnlichkeit dieser noch im syncytialen Zellverband liegenden, kernhaltigen Areale mit echten Endothelzellen immer deutlicher hervortreten lassen (Kölliker 1867, Hoyer 1900, Kultschitzky 1895, Robinson 1930). Gleichzeitig mit dieser morphologischen Wandlung des Bildungsmaterials geht eine zunehmende Konsolidierung dieser aus dem freien Retikulum sich allmählich abgrenzenden, ein schlauchartiges Gebilde formenden Hohlräume zu einem Gefäß mit eigener, lückenloser Wandung Hand in Hand. Eine Kommunikation zwischen diesen feinen Röhrchen untereinander läßt sich dabei nirgends beobachten.

Es erscheint angebracht, hier auf eine gewisse Unstimmigkeit der Nomenklatur hinzuweisen. Es handelt sich um den Begriff „Sinus". Man versteht darunter, beispielsweise bei der menschlichen Milz, eine plexusartige Anastomosenbildung „bluthaltiger Räume, die sämtlich miteinander in Verbindung stehen" (Weidenreich 1901). Deren Wandungen weisen die von Mollier (1911) in klassischer Weise beschriebenen Strukturen auf. Derartige Bildungen lassen sich bei der Katzenmilz nicht beobachten. Es handelt sich, wie gesagt, bei dieser um einen kontinuierlichen, sukzessiven Umformungsprozeß retikulären Gewebes zu einem Gefäßrohr mit anfänglich lückenhafter, bald sich schließender Wand, das mit seinesgleichen keine Verbindungen eingeht. Es fällt deshalb schwer, eine, bei einem anderen Milztyp ohne weiteres in Erscheinung tretende Abgrenzung von Sinus und Pulpavene (Weidenreich 1901) auf der einen Seite, Sinus und retikulärem „Ansatzrohr" (Neubert 1922) auf der anderen Seite, vornehmen zu wollen. Immerhin hat der letztere Begriff auch bei der Katzenmilz insofern eine gewisse Berechtigung, als sich das „Ansatzrohr" vom „Sinus", bei prinzipiell gleicher Wandstruktur, durch eine häufig nicht unbeträchtliche Differenz in der lichten Weite deutlich unterscheiden läßt. Vielleicht ist es zweckmäßig, den Begriff „Sinus" für Organe vom Bautyp der Katzenmilz ganz fallen und es bei der seinerzeit von Billroth (1862) vorgeschlagenen Bezeichnung „kapillare Venen" bewenden zu lassen. Sonach könnte man sagen: Die venöse Gefäßbahn der Katzenmilz nimmt ihren Ursprung aus dem Maschenwerk des Retikulums mit kapillären Ansatzröhrchen (Neubert 1922), aus denen sich unter zunehmender Konsolidierung ihrer Wand, kapilläre Venen (Billroth 1862) entwickeln; dabei bleibt es unbenommen, deren

relativ große Weite, die besonders bei gedehnter Milz, die Ursprungsgefäßchen aus dem Retikulum wirklich wie „angesetzte" Röhrchen erscheinen lassen kann, in der Bezeichnung „sinuöse" Erweiterungen der kapillären Venen zum Ausdruck zu bringen. In ähnlicher Weise spricht Robinson (1930) von „primordial branches" und „collecting channels".

2. Stammgebiet.

Die kapillären Venen pflegen sich nach längerem oder kürzerem Verlauf durch die Pulpa an das Trabekelsystem anzulehnen; schließlich werden sie, wenn auch häufig nur ein kurzes Stück, vom Balken (Balkenvene) umschlossen und treten dann bald in die kapsuläre Scheide ein. Darüber ist das Nähere bei der entsprechenden Arterie bereits erwähnt. Diese Aufeinanderfolge der venösen Gefäßstrecken ist die Regel. Es kommt aber z. B. auch vor, daß kleinere kapillare Venen direkt in das große Gefäß der Kapselscheide einmünden (Bannwarth 1891, Robinson 1930). Auf die außerordentliche Weite der Venen im Bereich des Hilus ist desgleichen bereits hingewiesen (Tait und Cashin 1925).

III. Stroma und Gefäßsystem.

Zusammenfassend läßt sich bezüglich der Fixierung des Gefäßapparates im Parenchym der Katzenmilz folgendes sagen:

Abgesehen von der in Hilusnähe vorhandenen Umscheidung der größeren Gefäße durch starkwandige, an glatter Muskulatur reiche kapsuläre Scheiden sorgen im weiteren Verlauf teils total, teils partiell die Gefäße umgebende trabekuläre Hüllen dafür, daß diese in einer gewissen Lage festgehalten werden. Dabei verbleibt den Arterien durch Zwischenschaltung kollagenen Gewebes zwischen die Schicht ihrer eigenen kontraktilen Elemente und die des Trabekelwerks ein gewisser Spielraum, der ihnen höchstwahrscheinlich eine bestimmte von der des Balkenwerks unabhängige Eigenbeweglichkeit gestattet (Bannwarth 1891). Die Venen verlieren frühzeitig eigene muskuläre Wandbestandteile, verzichten damit weitgehend auf Stabilisierung ihrer Wandstruktur und lehnen sich eng an das Balkenwerk an, an allen dessen Bewegungsänderungen sie infolgedessen unmittelbaren Anteil nehmen müssen (Bannwarth 1891).

Im Augenblick, wo das Trabekelsystem als stützender Faktor in Wegfall kommt, muß das Retikulum des Parenchyms naturgemäß dessen Funktionen übernehmen. Da auf den hierfür in Frage kommenden Wegstrecken (Pulpaarteriole, Kapillare) die Gefäße im allgemeinen bereits im Übergang zu kapillärer Struktur begriffen sind, kommt den retikulären Elementen, einerseits für die Festigung der Gefäßwand selbst, andererseits bezüglich korrespondierender Gestalts- und Volumenänderungen der feineren Gefäßstrecken unter dem Einfluß der Volumenschwankungen des ganzen Organes, unmittelbare Bedeutung zu.

So sehen wir, daß mit dem Verlust trabekulärer Einscheidungen und adventitieller Hüllen und nach allmählicher Auflösung und Umformung der geschlossenen Media das Endothelrohr von einer zu Beginn sehr kräftigen, später an Stärke abnehmenden Adventitia capillaris umgeben wird. Vermittels dieser Adventitia capillaris ist auf der vor der Hülse gelegenen capillären Strecke das Endothelrohr in das Retikulum und sein Fasersystem eingebettet. Diese adventitielle Hülle ist unmittelbar von einem Gitterfasernetz umsponnen, dessen Fasern in direktem Zusammenhang mit dem Fasernetz des Retikulums stehen, ohne daß sich besonders an Stärke hervortretende kräftigere Fasern im Sinne der „adventitiellen" Fasern Ciaccios (1907) und Alagnas (1908) und feinere „peritheliale" feststellen ließen.

Diese Adventitia ist in der Lage, sich weitgehend den Volumenschwankungen des Kapillarrohres anzupassen. Sie ist relativ dick und kräftig bei nicht gefüllten Gefäßen und erscheint als feines schmales Häutchen um das Endothelrohr, wenn dieses, z. B. bei künstlicher Aufblähung der Milz von der arteriellen Seite her, stark gedehnt wird.

Mit dem Auftreten der Kapillarhülse geht die Kapillaradventitia in deren zelliges Maschenwerk über. Es wird noch auseinandergesetzt werden, daß eine Reihe von Autoren die Hülse auf Grund ähnlicher Beobachtungen als Differenzierungsprodukt der adventitiellen Gefäßhülle aufgefaßt haben. Innerhalb der Hülse besitzt das Endothelrohr demnach keine ihm unmittelbar anliegende gefäßwandbildende zellige Umhüllung. Dagegen läßt sich unschwer die Existenz eines feinen, mit verschiedenen Färbungen (Eosin-Methylblau, Azan, Eisenhämatoxylin) deutlich darstellbaren Grundhäutchens nachweisen, dem die Endothelzellen mit ihren basalen Flächen aufliegen. Diesem Grundhäutchen sind zahlreiche Retikulinfasern angelagert, die mit dem Fasersystem der Kapillarhülse in unmittelbarer Verbindung stehen.

Nach Verlassen der Hülse spaltet sich das Endothelrohr auf. Die feine cytoplasmatische Hülle um das Endothelrohr wird dadurch gleichsam auseinandergesprengt und in ein lamellöses, von Lücken durchsetztes Maschenwerk aufgelöst, dessen Querleisten eine besonders kräftige Ausbildung erfahren haben. Es umfaßt von außen die divergierenden Endothelleisten und geht an der trichterförmigen Endigung des Kapillarrohres unmittelbar in das Retikulum der Pulpa über. Es ist wie dieses durch ein im wesentlichen seine Formen wiederholendes Netzwerk von Gitterfasern gestützt.

Man muß also feststellen, daß sich auf der einen Seite die venöse Gefäßbahn unmittelbar aus dem Maschenwerk des Retikulums der Pulpa heraus differenziert. Es formen sich in einem an sich ungeordneten retikulären Maschenwerk gewisse „Parenchymschläuche", aus denen sich durch einen fortschreitenden Umformungsprozeß des zelligen Materials ihrer Wandungen kapilläre Gefäße entwickeln.

Auf der anderen Seite beteiligt sich das Retikulum an der Ausbildung einer trichterförmigen Endigung der arteriellen Gefäßbahn, indem es die auseinanderweichenden Endothelleisten mit einem cytoplasmatischen, fasergestützten Netzwerk umgibt, dessen Leisten in der Querrichtung besonders deutlich entwickelt sind.

An der Stelle, wo die Endothelleisten sich zu einem geschlossenen Kapillarrohr zusammenzulegen beginnen, verdichtet sich das Retikulum zu einem eigentümlichen, das Endothelrohr umlagernden Gebilde, der sog. Kapillarhülse. Ihr Maschenwerk steht in unmittelbarer Verbindung mit dem periendothelialen Retikulum der Endkapillare und desgleichen mit der adventitiellen Umscheidung des Endothelrohres auf der präglumären Kapillarstrecke.

Diese als Adventitia capillaris zu bezeichnende Umscheidung des Endothelrohres hat ihrer Morphe nach den Charakter des Retikulums eingebüßt. Sie stellt eine geschlossene Gefäßhülle dar, die sowohl gegenüber den Endothelzellen wie gegenüber dem Retikulum der Pulpa eine deutliche Abgrenzung aufweist.

In dieser kernhaltigen adventitiellen Hülle bilden sich, je weiter wir die arterielle Gefäßbahn proximal verfolgen, allmählich querverlaufende Fibrillen aus (Abb. 6a—c). Dadurch nehmen die zugehörigen Zellen immer deutlicher den Charakter von Muskelzellen an. Während diese Zellen anfänglich nur vereinzelt um das Endothelrohr auftreten und nicht allein in der Querrichtung, sondern auch schräg das Endothelrohr umfassen können, schließen sie sich, je weiter wir proximal fortschreiten, zu einer geschlossenen lückenlosen Gefäßhülle zusammen, deren fibrillentragende Zellen das Endothelrohr zirkulär umgeben. Es handelt sich also um die allmähliche Ausbildung einer einschichtigen Gefäßmedia. —

Auf die erwähnte spezielle Erscheinungsform dieses in so vielfältiger Weise zum Gefäßsystem in Beziehung tretenden Retikulums soll im folgenden Kapitel näher eingegangen werden. Es handelt sich um die Kapillarhülse, ein Differenzierungsprodukt des pulpären Retikulums, das ausschließlich arteriellen Kapillaren in der Milz zukommt und seinesgleichen sonst nicht kennt.

IV. Die Kapillarhülse.

Dieser unter dem Namen „Kapillarhülse" bekannte eigentümliche Gewebskomplex ist von Billroth (1857) zum erstenmal gesehen, 1863 von Schweigger-Seidel, nach dem sie in Deutschland benannt wird, eingehend beschrieben und seitdem immer wieder untersucht worden. Dabei hat sich eine gewisse Klärung, wenigstens ihrer histologischen Struktur, ergeben. Die Kapillarhülsen finden sich vor inmitten des für das Parenchym der Milzpulpa typischen Retikulums, eines dreidimensionalen mesenchymalen Maschenwerkes, das sich aus zelligen und fibrillären Elementen zusammensetzt, wobei angenommen werden darf,

daß die letzteren von den cytoplasmatischen Lamellen eines syncytialen Zellverbandes, der eigentlichen lebenden Substanz dieses Retikulums, gebildet werden. Ob unmittelbar intrazellulär (Mollier 1911, Matsui 1914; Neubert 1922; u. a. m.) oder außerhalb der Zelle, wenn auch in einer von dieser produzierten Grundsubstanz (Plenk 1927), bzw. in räumlicher Nähe gewisser Zellen (Maximow 1929), bleibe dahingestellt. Immerhin ist es wahrscheinlich, daß das fibrilläre Netzwerk, das im wesentlichen „die Form des protoplasmatischen wiederholt" (Hartmann 1930), im Laufe der Entwicklung diesem gegenüber eine gewisse Selbständigkeit gewinnt. Die Struktur des Cytoplasmas läßt eine zum Teil vakuoläre, zum Teil streifige Beschaffenheit erkennen. Infolge Fehlens von Zellgrenzen lassen sich bezüglich der Kern-Plasmarelation keine Angaben machen. Erstere liegen häufig an den Schnittpunkten des Wabenwerkes, sind vielgestaltig, gewöhnlich länglich und kennzeichnen sich durch einen deutlichen Nukleolus (Mollier 1911, Weidenreich und Downey 1912, Hartmann 1926, Maximow 1927 u. a.). Während nun von den älteren Autoren, besonders soweit sie von der Woroninschen Technik noch keinen Gebrauch machen konnten, der Gewebsbereich „Hülse" noch größtenteils als etwas ganz Spezifisches aufgefaßt wurde, hat sich unter dem Einfluß günstigerer Untersuchungsmethoden allmählich die Ansicht durchgesetzt, daß das Gewebe der Hülse als wesensgleich mit dem soeben geschilderten Gewebe des Retikulums der Pulpa angesehen werden muß. Indes noch immer begegnen sich die einzelnen Autoren mit zahlreichen Widersprüchen, so daß auf einige Fragen spezieller eingegangen werden muß.

Darüber sind sich alle einig, daß in den als Hülse bezeichneten „Körperchen" (Kultschitzky 1895) ein feines fibrilläres Netzwerk angetroffen wird (Schweigger-Seidel 1863, Bannwarth 1891, Weidenreich 1901, Braus 1924, Staemmler 1925, Hueck 1928, Hartmann 1930), dessen Fibrillen in der Peripherie etwas kräftiger werden (Hartmann 1930). Dort findet ein kontinuierlicher Übergang des Faserwerks in das umgebende fibrilläre Netzwerk der Pulpa statt (Kultschitzky 1895, Staemmler 1925, Oberniedermayr 1926, Hartmann 1930 u. a.). Nur Whiting (1897) glaubt dem nicht zustimmen zu können. Ferner gibt es eine kleine Reihe von Autoren, die mitunter eine schärfere membranöse Abgrenzung gegen die Umgebung gefunden haben (Schweigger-Seidel 1863, Bannwarth 1891 u. a.), bzw. ein die Peripherie begrenzendes, ringförmig angeordnetes Fasersystem (Kultschitzky 1895).

Was die Natur dieser Fibrillen angeht, deren Substanz von Siegfried (1892) als Retikulin bezeichnet worden ist, so stehen sich hier bekanntlich verschiedene Anschauungen gegenüber. Bezüglich einer eingehenderen Darstellung dieser Verhältnisse kann auf die zusammenfassende Darstellung Plenks (1927) verwiesen werden.

Während es immer unwahrscheinlicher wird, daß man, vorzugsweise auf Grund tinktorieller Verfahren, das Wesen ihrer Struktur erkennen kann, hat es den Anschein, als ob die Ergebnisse neuerer Methoden die von Lehrell (1903) geäußerte Ansicht bestätigen müßten, daß es sich um kollagene Fibrillen handle, im Gegensatz zu Mall (1896), Maresch (1905) und anderen, ferner Matsui (1904) und Plenk (1927), die im allgemeinen einen Unterschied der Retikulinfasern gegenüber elastischen und kollagenen betonen.

In diesem Zusammenhang muß besonders auf die Arbeit von Levi (1930) hingewiesen werden. Levi bediente sich, um die physikalischen Eigenschaften der Gitterfasern zu bestimmen, des Mikromanipulators und suchte auf direktem Wege die mechanische Beanspruchbarkeit der Gitterfasern festzustellen. Er kommt zu der Feststellung, daß „die Gitterfasern in den Haupteigenschaften nicht von den kollagenen Fibrillen abweichen". Levi wendet sich besonders gegen die Hypothese Huzellas (1925) von der „aktiven Elastizität" der Gitterfasern, eine Auffassung, die schon von Plenk als contradictio in adjecto bezeichnet worden ist.

Ferner kann ich hier über das Ergebnis einer weiteren physikalischen Untersuchung der Gitterfasern berichten, das ich der persönlichen Mitteilung von Herrn Prof. von Möllendorff verdanke.

Es handelt sich um die Beobachtung der Gitterfasern der Katzenmilz im polarisierten Licht. Dabei hat sich ergeben, daß die Gitterfasern doppeltbrechend sind (s. W. von Möllendorff 1932).

Die Untersuchungen Levis und der Nachweis der Anisotropie setzen die Gitterfasern in nahe Beziehungen zu den kollagenen Fibrillen. Jedenfalls erscheint es berechtigt, ihnen nach alledem elastische Eigenschaften abzusprechen und sie sonach im wesentlichen als undehnbar anzusehen. Dies hat unseres Erachtens eine grundlegende Bedeutung für das Verständnis des fibrillären Netzwerkes des Milzretikulums im allgemeinen und der Kapillarhülsen im besonderen.

Dieses erwähnte fibrilläre Netzwerk befindet sich, wie auch sonst in der Pulpa, in engstem Kontakt mit einem cytoplasmatischen Gewebsverband, in dem sich deutlich Kerne, aber keine Zellgrenzen nachweisen lassen (Kultschitzky 1895, Weidenreich 1901, Neubert 1922, Hueck 1928, Hartmann 1930). So kommt es, daß dieses Gewebe anfänglich für eine homogene, strukturlose „Grundsubstanz" mit eingelagerten Kernen gehalten wurde (Bannwarth 1891, Whiting 1897), während man später von einem verdichteten, syncytialen Retikulum sprach (Kyber 1870, Kultschitzky 1895, Weidenreich 1901). Dies ist auch die Ansicht neuerer Autoren (Neubert 1922, Oberniedermayr 1926, Hartmann 1930 u. a.). Das Cytoplasma dieses Zellverbandes zeigt teils vakuolären (Staemmler 1925, Hartmann 1930), teils faserigen (Hartmann 1930), bei jungen Tieren granulösen Bau (Billroth 1862, Schweigger-Seidel 1863, Braus 1924). Ein besonderes Kittmaterial wird von Braus

(1924) und Hueck (1928) beschrieben. Elastische Elemente lassen sich in der Hülse nicht nachweisen (Weidenreich 1901, Hartmann 1930), ebensowenig Muskelzellen (Neubert 1922, Mills 1926, Hartmann 1930 gegen Whiting 1897 und Bannwarth 1891). Die Kerne des Syncytiums, nach Weidenreich (1901) beim Menschen kleiner als die des Retikulums sind chromatinarm, groß, rundlich (Neubert 1922), bei Milzen junger Tiere bläschenförmig (Staemmler 1925); sie zeigen auf Querschnittsbildern eine konzentrische Anordnung um die Kapillare (Schweigger-Seidel 1863, Bannwarth 1891, Weidenreich 1901, Neubert 1922, Hartmann 1930); sie sind nach Neubert (1922) und Staemmler (1925) bei jungen Tieren häufig in Form von Nestern oder in Reihen angeordnet. Ähnliche Kerne sollen auch im Retikulum der Pulpa anzutreffen sein (Neubert 1922).

Eine alte Frage ist die: Gibt es Lücken und Spalten innerhalb des Hülsengewebes? Bannwarth (1891), der im speziellen die Katzenmilz untersuchte, fand in der Hülse „Haupt- und Nebenbahnen". Die Hauptbahnen stehen mit der Kapillare in Kommunikation und sind von Endothel ausgekleidet, die Nebenbahnen besitzen kein Endothel, kommunizieren aber mit der Kapillare, indem sie als Lücken zwischen deren Endothelzellen ihren Ursprung nehmen. Sie münden zum Teil in breite Spalten innerhalb des Hülsengewebes. Diese werden von Bannwarth, — die Beschreibung gilt für junge Tiere —, als Vorstufen späterer „Hohlräume des Netzes" aufgefaßt. Spalten werden ferner von Schweigger-Seidel 1863, Hoyer 1894, Greschik 1915, Staemmler 1925, Mills 1926, Hartmann 1930) angegeben. Darin befinden sich verschiedene Zellformen: lymphoide (Müller 1865, Hartmann 1930), leukocytoide (Kyber 1870, Sokoloff 1888, Charlier 1895, Weidenreich 1901, Hartmann 1930) und Erythrocyten (Weidenreich 1901, Staemmler 1925, Mills 1926).

Das Hülsengefäß wird von der Mehrzahl der Forscher als Kapillare angesehen (entgegen Weidenreich 1901 und Staemmler 1925). Die Existenz von Lücken im Endothel ist nach Hartmann (1930) nicht sichergestellt. Mills (1926) schreibt: „Its wall consisting of a single layer of endothelium is perforated, as noted by Physalix (1885)." Auch von Teitel-Bernard (1930) werden präformierte Stomata in der Wand der Hülsengefäße angegeben. Ein Häutchen um das Endothelrohr wird von Weidenreich (1901), ein Mantel von Staemmler (1925) beschrieben.

Entsprechend der Unterschiedlichkeit der Einzelbefunde erfährt auch das Hülsengewebe als Ganzes eine recht wechselnde Beurteilung: Es sind nur wenige Autoren, die das Bildungsmaterial der Hülse von der Gefäßwand herleiten. Müller (1865), Kyber (1870), v. Ebner (1899) und Sobotta (1914) sehen in der Hülsenbildung einen lokalen Auflockerungsprozeß der adventitiellen Gefäßscheide, verbunden mit zelliger Infiltration.

Die Analogie mit der Follikelbildung ist naheliegend. Weidenreich (1901) faßt die Hülse als umgewandeltes Endothel auf, entsprechend der inneren Faserhaut Henles (1860). Einige betonen, wie gesagt, das Strukturlose, Homogene dieser Substanzpartie (s. o. Bannwarth, Whiting). Auch auf Mills (1926) machen die Hülsen einen homogenen Eindruck, den er aber auf eine zu enge Zusammenpackung besonderer Zellen mit phagocytären Eigenschaften zurückführt.

Während die Mehrzahl der Autoren, wie gesagt, die prinzipielle Identität des der Pulpa, wie dem Hülsengewebe zukommenden fibrillären Netzwerkes anerkennt, stößt die Deutung des zelligen Anteils immer noch auf erhebliche Schwierigkeiten. Man hält es daher teilweise für angebracht, durch Anwendung indifferenterer Ausdrucksweisen klare Definitionen zu vermeiden und spricht im allgemeinen von „Einlagerungen" von Zellen in ein fibrilläres Netzwerk, ohne über die Art des Kontaktes dieser Zellen untereinander, bzw. mit dem Faserwerk genauere Angaben zu machen (Schweigger-Seidel 1863, Weidenreich 1901, Staemmler 1925 u. a.). Hueck (1928) findet „ein das Faserwerk verkittendes eigentümliches Material", in dem vereinzelte Kerne liegen. Desgleichen hat es den Anschein, als ob hinsichtlich des Charakters dieser eingelagerten Zellen eine befriedigende Antwort an Hand literarischer Angaben nicht gegeben werden könnte. Kultschitzky (1895) hält sie, wenigstens bei Putorius vulgaris, gemeinsam mit Sokoloff (1888) und Kyber (1870) für Leukocyten; auch Neubert (1922) spricht von „seßhaft gewordenen weißen Blutkörperchen." Desgleichen findet Petersen (1931) in den Hohlräumen der Hülsen „Leukocyten verschiedener Art".

Mills (1926) gibt an, es handle sich um monocytäre Zellelemente mit phagocytären Eigenschaften. Weidenreich (1901) betont ihren lymphoiden Charakter. Braus (1924) meint, es liege „ein Syncytium von Zellen vor, welches sonst im Aufbau der Gefäßwände unbekannt ist". Jolly (1911) sieht in der Hülse ein Gewebe, „formé de cellules irrégulières contenus dans une trame fibrillaire". Petersen (1931) schreibt: „Das das Endothel umgebende Gewebe ist eine Protoplasmamasse mit großen Kernen, jedoch undeutlichen Zellgrenzen."

Bleibt eine Gruppe von Forschern übrig, die das Hülsengewebe prinzipiell als nichts anderes als „zusammengeschobenes Mesenchym" (Hartmann 1930) auffaßt oder als kompaktes, zusammengedrücktes Retikulum (Carlier 1895), als plasmareiches, dichtes Retikulum, das im übrigen in nichts von dem der Pulpa abweicht (Greschik 1915), als verdichtetes, engmaschiges Retikulum (Neubert 1922, Jäger 1929), als dichtes, verfilztes Retikulum (Oberniedermayr 1926) usw.

Dies ist unseres Erachtens zur Zeit die einzige Erklärungsweise, die allen zu beobachtenden Strukturelementen im einzelnen wie in ihrer Zusammenordnung einigermaßen gerecht werden kann, die das plasmatische, kernhaltige Syncytium, dem ein kontinuierliches Netzwerk von

Fibrillen zugeordnet ist, in gleicher Weise wie Lücken und Spaltbildungen innerhalb dieses anscheinend „homogenen" Gewebskomplexes auf derselben Basis erklärt.

Unsere eigenen Befunde, um diese gleich vorweg zu nehmen, stimmen im wesentlichen mit den soeben an letzter Stelle aufgeführten Beschreibungen überein.

Das Grundgerüst jeder Hülse wird durch eine syncytiale Vereinigung von Retikulumzellen dargestellt (Abb. 14). Sie begrenzen mit anastomosierenden, feinlamellären Cytoplasmaausläufern ein Maschenwerk, dessen Kämmerchen kleiner sind als die des Retikulums der umgebenden Pulpa. Die Zellkerne liegen, wie üblich, an den Knotenpunkten des Netzes. Sie haben gewöhnlich eine längliche Gestalt und besitzen einen deutlichen, meist zentral gelegenen Nukleolus. Das Chromatin liegt in Form kleiner Körnchen ziemlich gleichmäßig über den ganzen Kern verteilt.

Dieses zellige Netzwerk wird durch ein System feiner Gitterfasern gestützt, die sich als den Maschen des zelligen Retikulums aufgelagert erweisen.

Die Kämmerchen dieses dreidimensionalen zelligfaserigen Maschenwerks sind erfüllt von großen rundlichen Zellen. Diese sind reich an feingekörntem Cytoplasma. Sie besitzen große, gleichfalls rundliche Kerne mit einem oder zwei Nukleolen und einem deutlich hervortretenden feinstfaserigen Kerngerüst. Sie sind arm an Chromatin, das sich in Form kleinster Partikelchen in der Nähe der Kernmembran antreffen läßt.

Diese Zellen befinden sich im engsten Kontakt mit den zelligen Bestandteilen des Hülsengrundgerüstes. Sie liegen bei unentfaltetem Retikulum außerordentlich dicht beieinander (Abb. 10). So kommt es, daß sich zwischen ihnen häufig mit Sicherheit deutliche Zellgrenzen nicht nachweisen lassen. Außerhalb des engen Maschenwerks der Hülse runden sie sich ab und ihr Cytoplasma gewinnt stärkere Färbbarkeit.

Über das Wesen dieser Zellen sind viele Ansichten geäußert worden. Keineswegs handelt es sich um eine der Kapillarhülse eigene Zellform. Morphologisch gleiche Zellen lassen sich auch in der Pulpa antreffen, nur nicht in so großer Anzahl auf einem so kleinen Raum so dicht zusammengelagert. Desgleichen trifft man ähnliche Zellformen selbst in den Follikeln an.

Ihre räumliche Nähe zu den Zellen des Retikulums legt die Vermutung verwandschaftlicher Beziehungen dieser beiden Zellformen nahe. Wie dem auch sei, wir unsererseits möchten uns bei der näheren Charakterisierung dieser Zellen auf die Bezeichnung „Rundzellen" beschränken.

Der Ansicht Neuberts (1922): „Jedenfalls haben wir in ihnen seßhaft gewordene weiße Blutkörperchen zu erblicken" können wir solange nicht zustimmen, als er nicht die Begriffe „weiße Blutkörperchen" und „seßhaft geworden" einer etwas weitergehenden Beschreibung unterzogen hat.

Von einer Reihe von Autoren (Staemmler 1925, Tait und Cashin 1925, Mills 1927) werden die phagocytären Eigenschaften dieser Zellen besonders in den Vordergrund gerückt. Es liegt kein Grund vor, den Zellen diese Fähigkeit abzusprechen. Phagocytose von Erythrocyten haben wir in unseren Präparaten an diesen Zellen nicht beobachtet, so lange sie im Zellverband des Hülsenretikulums liegend angetroffen wurden. Dagegen konnten wir phagocytierte rote Blutkörperchen in solchen frei in der Pulpa liegenden Zellen hier und da nachweisen. Spezielle Speicherungsversuche haben wir nicht angestellt.

Wenn es sich also bei dem Hülsengewebe um nichts anderes als dichter gebautes, engmaschigeres Retikulum handelt, muß es dann nicht wie das Retikulum der Pulpa grundsätzlich denselben Veränderungen unterworfen sein, denen dieses weitläufigere, größere Maschen und Kämmerchen bildende Netzwerk unterliegt? Natürlich innerhalb der Grenzen der Exkursionfähigkeit, die ihm durch eben diese Beschränkung seiner Maschenweite usw. gesetzt sind.

Es soll daher im folgenden untersucht werden, ob das Strukturbild der Hülsen unter wechselnden Dehnungszuständen des ganzen Organes gewissen entsprechenden Veränderungen unterliegt.

Wir haben zu diesem Zwecke eine Reihe künstlich verschieden stark gefüllter Organe auf die morphologische Beschaffenheit des Retikulums außerhalb und innerhalb der Hülsen untersucht und besonders darauf geachtet, ob zwischen dem Dehnungsgrad des gesamten Retikulums als solchem und dem der Hülsen ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältnis besteht.

Wir haben aus der Zahl der an sich unbegrenzten Möglichkeiten willkürlich 4 verschieden stark gefüllte Milzen ausgewählt und bringen sie als Repräsentanten von 4 verschiedenen Dehnungsphasen des Organes. Es handelt sich nicht um Extreme. Von einer Verletzung des Milzgewebes hat sich in keinem der von uns untersuchten Fälle etwas bemerken lassen.

Über die Technik der Dehnung wurde eingangs berichtet. Es handelt sich um eine vorbereitende Durchspülung des Organes am lebenden Tier nach Woronin und nachträgliche Aufblähung von der arteriellen bzw. venösen Seite her.

Im Hinblick auf die photographischen Übersichtsbilder muß auf die Beobachtung hingewiesen werden, daß der Effekt der Ausspülung der freien Zellen aus dem Organ nicht allein von der Dauer der Durchströmung, sondern ebensosehr von der gleichzeitigen Dehnung des Organes abhängig ist. So ist es zu erklären, daß beispielsweise im Falle 1 (Abb. 9) das Parenchym trotz längerer Durchspülung noch relativ zellreich erscheint.

Die Photogramme sind sämtlich bei derselben Vergrößerung (100mal) aufgenommen. Die Schnitte waren alle gleichdick (10μ) und gleich gefärbt (Eisenhämatoxylin nach von Möllendorff). Die Kerne sind durchweg

zugunsten der Darstellung des Retikulums etwas überfärbt, bzw. zu schwach differenziert worden.

Die entsprechenden Zeichnungen wurden bei 1000facher Vergrößerung angefertigt. Die Wiedergabe erfolgt im Verhältnis 4:5. Es handelt sich in jedem Falle um eosin-methylblau gefärbte Schnitte von 10 μ Dicke.

Dilatationsphase I.

Im ersten Fall handelt es sich um eine Milz, die von der Arterie her ohne wesentliche Dehnung durchströmt worden ist. So erklärt es sich, daß, wie das Übersichtsbild (Abb. 9) zeigt, die Pulpa noch reichlich freie Zellen enthält. Sowohl Dehnung wie Ausspülung des Organes müssen in diesem Falle als mäßig angesehen werden.

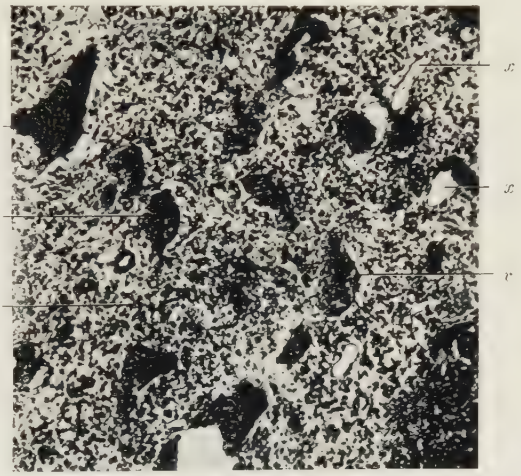


Abb. 9. Katzenmilz, Susa, Eisenhämatoxylin (v. MÖLLENDORFF), 10 μ. Photo. Vergr. 100fach. *Dilatationsphase I.* Durchströmung nach WORONIN. Minimale Dehnung der Milz. Unentfaltete Kapillarhülse (u); Kapillarhülse im Beginn der Auflockerung (v); Balken (w); kapillare Milzvenen („Milzsinus") (x); relativ zellreiches Retikulum der Pulpa (y).

Das Retikulum der Pulpa ist deutlich erkennbar. Sein Maschenwerk ist wenig entfaltet, seine Kämmerchen sind eng und klein.

In der Mitte der Abbildung 9 sieht man mehrere Kapillarhülsen ziemlich nahe beieinander liegen. Sie sind unschwer zu erkennen, besonders die eine (u), die mit ihrer elliptischen Gestalt und dem von Pol zu Pol hindurchziehenden Gefäß den typischen Anblick einer Kapillarhülse bietet. Sie setzt sich außerordentlich scharf gegen die Umgebung ab. Man versteht bei der Betrachtung gerade dieser Erscheinungsform der Hülsen, die den Autoren gewöhnlich vorlag, da sie auf die Untersuchung ungedehnter Organe angewiesen waren, daß die Hülsen lange Zeit als konstante morphologische Gebilde mit fixer Eigenform aufgefaßt werden konnten. Gerade an diesem Beispiel läßt sich auch die mehrfach geäußerte Vorstellung von einer Hülsenkapsel verständlich machen. In der Tat erwecken die an der Peripherie der Hülse besonders dicht gelagerten Retikulumkerne leicht den Eindruck einer geschlossenen Membran.

Diese Erscheinungsform der Hülse findet sich also in nicht oder schwach gedehnten Organen. Sie wurde deshalb als Normalgestalt der Hülsen

beschrieben, weil, wie erwähnt, das Untersuchungsmaterial fast ausschließlich vom kontrahierten Organ der Leiche herzustammen pflegte. In diesem Falle handelt es sich allerdings schon um die erste Stufe der Dehnung des Retikulums. Dies zeigt sich in einer gewissen Auflockerung

Abb. 10. Katzenmilz, Susa, Eosinmethylblau, 10 μ. Zeichnung. Vergr. 800fach. Zeiß Okul. 7. Imm. 1/12. Durchströmung nach Woronin unter schwacher Dehnung (*Dilatationsphase I*). Unentfaltete Kapillarhülse. *a* Hülsenkapillare; *b* Endothelkern; *c* Retikulumkern des Hülsengrundgewebes; *d* Kern einer Rundzelle der Hülse; *e* Gitterfaserwerk der Hülse; *f* perikapilläre Gitterfaserhülle; *g* Erythrocyt in den Maschen des Hülsenretikulums; *h* lymphoide Rundzelle der Pulpa; *i* polynukleärer Leukocyt.

des Netzwerkes der Pulpa, die zusammen mit der Ausspülung der freien Zellen, wie sich im folgenden zeigen wird, eine immer mehr zunehmende Durchsichtigkeit des Präparates herbeiführen wird.

Das Hülsengewebe erscheint noch relativ dicht zusammengeschlossen. Die Kerne liegen dicht gedrängt und verschmelzen bei dieser Vergrößerung gleichsam miteinander. Immerhin kann man bei den beiden rechts im Präparat liegenden Hülsen bereits Zeichen einer gewissen Auflockerung des Gewebes beobachten.

Die Zeichnung einer solchen unentfalteten Hülse (Abb. 10) aus derselben Milz, aber bei anderer Färbung (Eosin-Methylblau) und starker Vergrößerung (800mal) gibt einen guten Einblick in die Strukturverhältnisse der Hülse überhaupt.

Wir haben ein typisches Ellipsoid vor uns. Die Kapillare verläuft von Pol zu Pol. Im Gewebe der Hülse selbst kann man unschwer Kerne von Retikulumzellen und Rundzellen auseinanderhalten. Die Zellen liegen aber so dicht aneinander, daß man Zellgrenzen nicht ohne weiteres bestimmen kann. Feinere Spalten im Gewebe sind unverkennbar. In den interzellulären Lücken befinden sich vereinzelt rote Blutkörperchen. An der Peripherie der Hülse läßt sich der Übergang ihres Retikulums in das der Umgebung verfolgen; besonders deutlich ist die Kontinuität des Faserwerkes.

Auf Einzelheiten soll an dieser Stelle nicht wieder eingegangen werden. Wir verweisen auf die zusammenfassende Darstellung unserer Befunde über den Bau der Hülsen (s. S. 487).

Auffallend, und darauf möchten wir besonders hinweisen, ist die Differenz in der Dichte des Netzwerkes der Hülse und ihrer Umgebung!

Es ist kein Zweifel, daß in der unmittelbaren Umgebung der Hülse, auch wenn man von der Kontrastwirkung absieht, eine besonders zellarme und vielleicht auch gegenüber dem Maschenwerk der Pulpa etwas stärker aufgelockerte retikuläre Zone anzutreffen ist. Daß es sich hierbei, wie A. Hartmann (1930) meint — ihre Untersuchungen betreffen allerdings die Schweinemilz — um Fixierungseffekte handelt, halte ich, was die Verhältnisse bei der Katzenmilz angeht, für nicht wahrscheinlich. Man findet keine freien Faserendigungen u. dgl., wie sie sich doch bei „Zerreißungen" unbedingt nachweisen lassen müßten. Zu dieser Frage vgl. auch Strassers Äußerungen über einen „Exkursionsraum" für die Hülse nach Bannwarth (1891).

Dilatationsphase II.

Als zweiten Fall beschreiben wir ein Organ, das von der Arterie her durchspült und aufgebläht wurde, und in das anschließend von der Vene her eine geringe Menge etwas Tusche enthaltender Flüssigkeit injiziert worden ist.

Wie man auf Abb. 11 auf den ersten Blick sieht, hat die Ausspülung des Organes gegenüber dem vorigen Fall bedeutende Fortschritte gemacht. Auch die Auflockerung und Dehnung des Retikulums tritt unverkennbar stärker in Erscheinung.

Wie verhält es sich mit den Hülsen? Der Auflockerungsprozeß ihres Gewebes, schon auf der vorhergehenden Abbildung an zwei Hülsen im Anfangsstadium erkennbar, hat weitere Fortschritte gemacht und läßt sich an allen Hülsen nachweisen. Die Ausdehnung des Gewebes bringt

es mit sich, daß die Hülsen schon hier etwas größer als in ungedehntem Zustand erscheinen. Die nächste Abbildung wird das noch deutlicher veranschaulichen.

Die Zeichnung bei starker Vergrößerung (Abb. 12) gibt einen guten Einblick in die Art des Entfaltungsprozesses. Besonders links oben im Bild kann man beobachten, wie unter dem Zug der dehnenden Kräfte, die zunächst an der Peripherie der Hülsen angreifen müssen, deren Randzone sich stärker aufgelockert hat. Die scheinbar kompakte Zellmasse hat sich in ihre zellulären Einzelbestandteile aufgelöst. Man

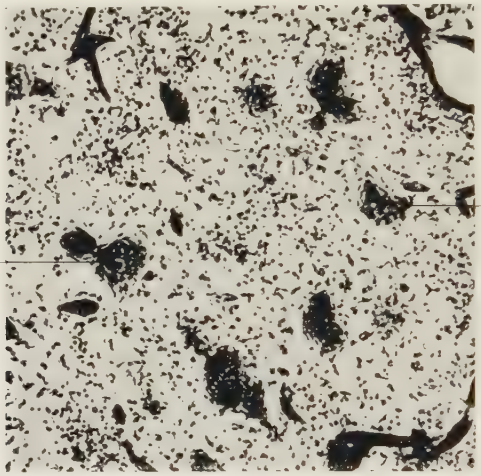


Abb. 11. Katzenmilz, Susa, Eisenhämatoxylin (v. MÖLLENDORFF), 10 μ. Photo. Vergr. 100fach. *Dilatationsphase II.* Mittlerer Dehnungsgrad der Milz. Durchspülung nach WORONIN, Aufblähung der Milz von der arteriellen Seite her (A. lienalis). Zum Schluß Injektion von etwa 10 ccm einer Aufschwemmung von stark verdünnter kolloidaler Tusche in die Milzvene. Mäßig gedehntes Retikulum. Leicht aufgelockertes Gewebe der Kapillarhülsen (v).

sieht an einigen Stellen sehr deutlich, wie infolge des Dehnungsprozesses die Zellen des retikulären Grundgerüstes der Hülse deutlich hervortreten und ihre enge Verbundenheit untereinander, andererseits mit den Retikulumzellen der Pulpa erkennen lassen.

Das Cytoplasma weist in diesem Falle eine eigentümlich körnige, flockige Beschaffenheit auf. Die Lücken und Spalten zwischen den Zellen und Zellfortsätzen sind hier schon recht deutlich erkennbar.

Fassen wir zusammen: Wir haben eine Kapillarhülse vor uns in einem mittleren Grad der Dehnung, die durch Lockerung des Gefüges ihrer Gewebsbestandteile die Natur der Hülse als eines Netzwerkes von Zellen offenbar macht, deren Zusammenhang untereinander wie mit dem Retikulum der Pulpa besonders in der Peripherie der Hülse nicht zu verkennen ist.

Abb. 12. Katzenmilz, Susa, Eosinmethylblau, 10 μ. Zeichnung. Vergr. 800fach. Zeiß, Okul. 7. Imm. 1/12. Durchspülung nach WORONIN, Aufblähung der Milz von der arteriellen Seite her (A. lienalis), zum Schluß Injektion von etwa 10 ccm einer Aufschwemmung von stark verdünnter kolloidaler Tusche durch die Milzvene. Mäßig entfaltete Kapillarhülse: *Dilatationsphase II.* Bedeutung der Buchstaben siehe Abb. 10. *k* Lücke im Hülsengewebe.

Dilatationsphase III.

In diesem Falle wurde eine Milz unter konstantem Druck von 200 ccm Wasser von der arteriellen Seite her durchströmt und sodann unter stärkerem manuellen Druck mit der Spritze von der Vene maximal aufgebläht und in diesem Zustand, nach Unterbindung sämtlicher Gefäße am Hilus, fixiert. Dabei ließ sich eine gewisse nachträgliche Schrumpfung nicht vermeiden.

Auch in diesem Falle (Abb. 13) ist die Ausspülung der Pulpa gut gelungen. Das Retikulum kommt überall deutlich zur Geltung. Es befindet sich in einem mittleren Dehnungsgrad.

Das Areal einer Hülse ist auffallend groß. Bei dem einen Komplex von Hülsengewebe handelt es sich allerdings um eine Teilungsstelle der Kapillare, so daß sich hieraus sowohl die eigentümliche Form wie auch die besonders starke Anhäufung von Hülsengewebe an dieser Stelle erklärt. Aber auch sonst erweisen sich die Hülsen bei dieser Milz als durchschnittlich größer als bei weniger gedehnten Organen. Führt man sich die in diesem Falle besonders deutliche Auflockerung des Hülsengewebes vor Augen, so ist

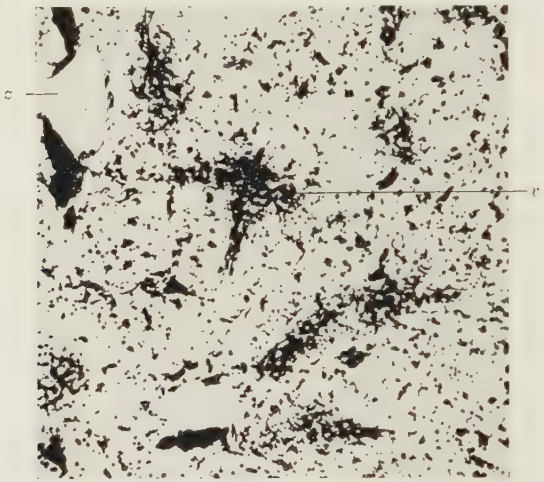


Abb. 13. Katzenmilz, Susa, Eisenhämatoxylin (v. MÖLLENDORFF), 10 μ. Photo. Vergr. 100fach. *Dilatationsphase III.* Mittlerer Dehnungszustand des Organes. Durchspülung der Milz unter konstantem Druck von 200 ccm Wasser von der A. linealis aus. Anschließend maximale Aufblähung des Organes von der Vene (V. lienalis) her mit der Spritze unter Handdruck. Stärker gedehntes Retikulum der Pulpa. Stärkere Auflockerung des Gewebes der Kapillarhülsen (*v*). Größere Vene in Anlehnung an Balkengewebe (*z*).

naheliegend, die Ursache für die anscheinende Volumenvergrößerung lediglich in diesem Auflockerungsprozeß zu suchen. Die teilweise etwas bizarre Konfiguration dieser Gebilde, besonders an Teilungsstellen der Kapillaren, kann man sicherlich ebenfalls auf Rechnung der dehnenden Kräfte setzen.

Noch immer lassen sich die Gewebspartien der Hülsen recht deutlich von der umgebenden Pulpa sondern. Doch ist besonders bei Tangentialschnitten durch eine Hülse der Fortschritt der Auflockerung des Hülsengewebes mit zunehmender Angleichung an das Retikulum der Pulpa hier und da mit aller Deutlichkeit nachzuweisen.

Die starke Vergrößerung einer solchen Hülse (Abb. 14) gibt einen selten klaren Einblick in den strukturellen Aufbau des Hülsengewebes. Man erkennt das aus Retikulumzellen gebildete feine fasergestützte

Maschenwerk und findet darin Rundzellen und Erythrocyten. Das Maschenwerk ist deutlich gedehnt, seine Kämmerchen sind weit eröffnet. Neben der Peripherie sind jetzt auch die gefäßnahen Gewebs-

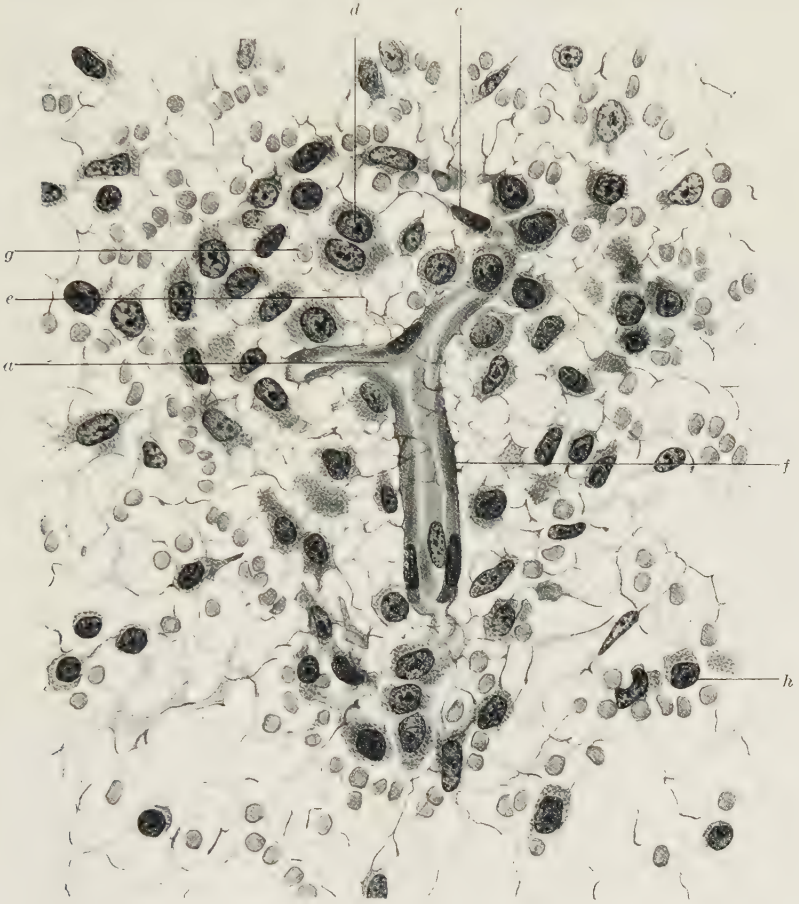


Abb. 14. Katzenmilz, Susa, Eosinmethylblau, 10 μ. Zeichnung. Vergr. 800fach. Zeiß, Okul. 7. Imm. 1/12. Durchspülung der Milz unter konstantem Druck von 200 ccm Wasser von der A. lienalis aus. Anschließend maximale Aufblähung des Organes von der Vene (V. lienalis) her mit der Spritze unter Handdruck. Stark entfaltete Kapillarhülse an der intraglumären Teilungsstelle einer Kapillare (Penizillus). *Dilatationsphase III.* Bezeichnung siehe Abb. 10.

partien von der Dehnung ergriffen worden. Der Entfaltungsprozeß hat gleichmäßig das ganze Hülsengewebe erfaßt.

Das Retikulum der Pulpa zeigt eine mittelstarke Dehnung, nach dem Verlauf seiner Fasern zu urteilen.

In der Hülsenrandzone sind auffallend viele Erythrocyten hängengeblieben. Man findet das sehr häufig. Sie fangen sich im feineren

Maschenwerk der Hülsen und entgehen dadurch der Ausspülung weit eher als im grobmaschigen Retikulum der Pulpa.

Im übrigen liegen die gleichen Verhältnisse vor wie bei den vorangehend beschriebenen Bildern. Immerhin darf wohl gerade diese Abbildung als ein besonderer Beweis für die Entfaltbarkeit des Hülsengewebes angesehen werden, der die These von der „Starrheit des Hülsengewebes" hinfällig macht.

Dilatationsphase IV.

In diesem Falle handelt es sich um eine Milz, die von der Arterie her unter mehrfacher starker Aufblähung durchspült und anschließend von der Vene her unter Fingerdruck prall mit Fixierungsflüssigkeit gefüllt wurde. In diesem Zustand wurde sie nach Abbindung sämtlicher Gefäße am Hilus fixiert. Auch hier erfolgte im Fixierungsmittel nachträglich eine gewisse Schrumpfung, so daß die Schnittbilder nicht als Darstellung eines maximalen Dehnungszustandes des Organes gelten können.

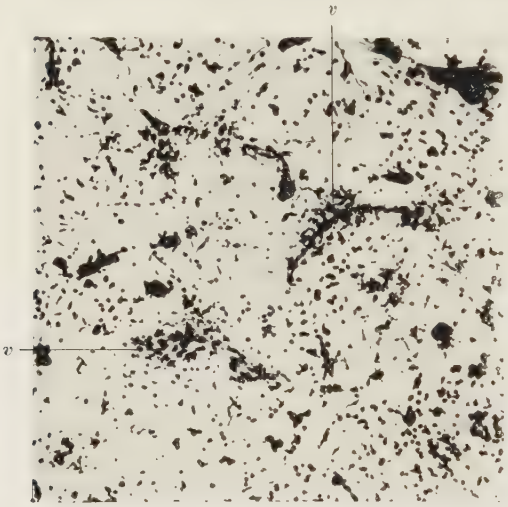


Abb. 15. Katzenmilz, Susa, Eisenhämatoxylin. (v. MÖLLENDORFF), 10 μ. Photo, Vergr. 100fach. *Dilatationsphase IV.* Organ in stark gedehntem Zustand. Durchspülung nach WORONIN unter mehrfacher starker Aufblähung des Organs. Anschließend maximale Dilatation der Milz von der V. lienalis aus, manuell mit der Spritze. Retikulum der Pulpa stark entfaltet. Desgleichen die Kapillarhülsen (*v*).

Das Übersichtsbild (Abbild. 15) zeigt, daß von den bisher beschriebenen Milzen diese am zellärmsten ist und ihr Retikulum den stärksten Grad der Dehnung aufzuweisen hat. Die Kerne des Retikulums liegen stellenweis ziemlich weit auseinander. Es muß aber erneut darauf hingewiesen werden, daß von Zerreißungen des Retikulums nirgends die Rede sein kann.

Noch sind ohne Zweifel die Kapillarhülsen auf dieser Abbildung erkennbar. Aber ihre Gestalt wechselt stark: sie kann sich von der geometrischen Figur einer Ellipse ziemlich weit entfernen. In der Regel handelt es sich bei diesem Dehnungsgrad lediglich um eine Anhäufung von Zellen inmitten eines engmaschigeren Netzwerkes, das die Kapillare auf einer gewissen Strecke ihres Verlaufes begleitet. Wo aber diese Zellen an Zahl zurücktreten, muß unter Umständen dieses feinere Retikulum in erster Linie als Wegweiser zum Auffinden von Kapillarhülsen dienen.

Die starke Vergrößerung (Abb. 16) vermag einen deutlichen Einblick in das Wesen dieser Hülsen zu geben.

Um eine enge Kapillare befindet sich ein engmaschiges Netzwerk feinsten Retikulums, teils zellulärer, teils faseriger Natur. Von einer schärferen Begrenzung dieses gefäßnahen Retikulums gegen das der Pulpa kann nicht gesprochen werden. Zellige wie faserige Bestandteile setzen sich kontinuierlich ineinander fort.

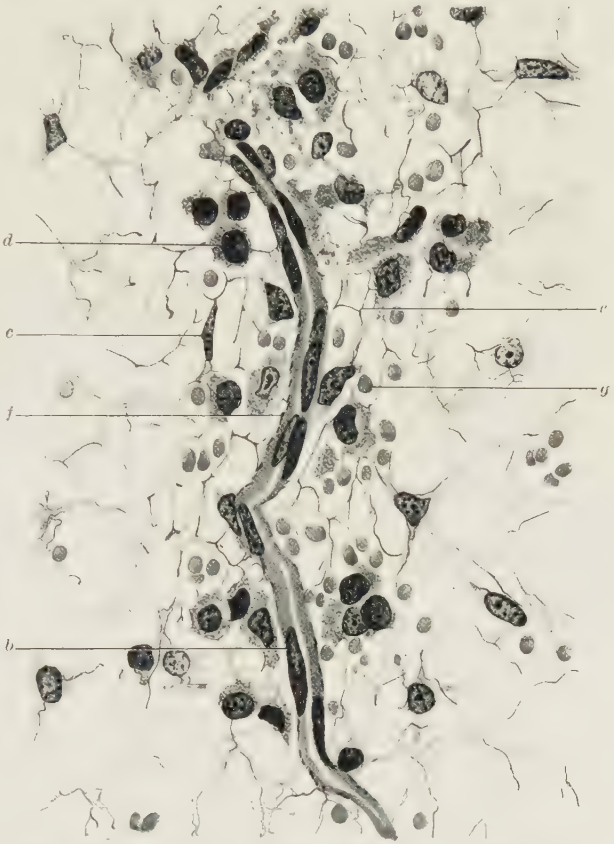


Abb. 16. Katzenmilz, Susa, Eosinmethylblau, 10 μ. Zeichnung. Vergr. 800fach. Zeiß, Okul. 7. Imm. 1/12. Durchspülung der Milz nach Woronin unter mehrfacher starker Aufblähung des Organes. Anschließend maximale Dilatation der Milz von der V. lienalis aus, manuell mit der Spritze. Sehr stark entfaltete Kapillarhülse. *Dilatationsphase IV*. Bedeutung der Buchstaben siehe Abb. 10.

Wenn nicht hier und da in die engen Maschen dieses Retikulums die bekannten großen Rundzellen mit ihrem körnigen Cytoplasma eingelassen und nicht so zahlreich rote Blutzellen darin haften geblieben wären, eine Erscheinung, die als beinahe typisch für durchspülte Milzen zu gelten hat, könnte man gegebenenfalls im Zweifel sein, ob man es hier überhaupt mit der Ausbildung einer Kapillarhülse zu tun hat. Daran kann aber gar kein Zweifel sein. Es handelt sich durchaus nicht um ein zu Demonstrationszwecken besonders ausgewähltes Beispiel. Man trifft derartige Gewebsbildungen in diesem Falle ebenso häufig an wie sonst die typischen Ellipsoide.

Es kann gar kein Zweifel sein: so sehen die sog. Schweigger-Seidelschen Kapillarhülsen in gedehnten Organen aus. Um eine enge Kapillare ein feines Netzwerk mit einigen Rundzellen und Erythrocyten! Eine

Hülse mit typischer Konfiguration ist sozusagen verschwunden. Die Elemente ihres Grundretikulums haben sich weit voneinander entfernt. Das feine Maschenwerk ist geblieben, aber es ist breit ausgespannt. Unverhüllt tritt das zentrale Gefäß hervor. Im engmaschigen Gewebe der Hülsen sind eine Anzahl freie Zellen, besonders Erythrocyten, haften geblieben, die die Durchspülungsflüssigkeit aus der übrigen Pulpa gründlicher fortgenommen hat.

Blicken wir kurz auf diese kleine Serie von Abbildungen zurück, so ergibt sich daraus folgendes:

Die Kapillarhülsen sind keine in ihrer Form, Größe und Gewebsdichte konstanten Gebilde. Das Grundgewebe einer Hülse ist wie das ihrer Umgebung ein echtes Retikulum, das wie dieses, in den Grenzen seiner Maschenweite, bei einer Gesamtdehnung des Organes entfaltbar ist.

Bei wenig gedehnten Organen bieten die Hülsen den Eindruck von elliptischen Körperchen dar. Bei stark gedehnten Organen und weit entfaltetem Retikulum der Pulpa lockert sich auch das Hülsengewebe entsprechend auf. Es verliert seine typische Gestalt. Das Gebiet einer Hülse charakterisiert sich unter Umständen lediglich durch eine feinere Textur ihres Maschenwerkes. Diese bringt es anscheinend mit sich, daß bei der Ausspülung der freien Zellen aus der Pulpa hier am längsten einige Rundzellen und Erythrocyten zurückgehalten werden können.

Es war naheliegend, den Versuch zu machen, diese Beobachtungen in gleicher Weise an Organen anzustellen, die unter dem Einfluß des Blutstromes Veränderungen ihres Rauminhaltes erfahren haben. Man mußte zu diesem Zwecke Einfluß auf die Blutversorgung des Organes zu gewinnen suchen.

Es konnte sich nur darum handeln, den Blutzufluß zu steigern oder den Abfluß zu vermindern, um eine Aufblähung des Organes zu erzielen.

Das einfachste mußte es sein, den venösen Abfluß zu unterbinden. Wir haben den Milzstiel freigelegt, die Milz mit einem kräftigen Faden mitten durchgeschnürt, ohne die Milzkapsel zu zerreißen, die von der einen Hälfte wegführenden Venen unterbunden und das Organ ins Abdomen zurückbefördert. Nach einigen Stunden (20) war die eine Hälfte außerordentlich stark angeschwollen; sie hatte ihr Volumen um ein Mehrfaches vergrößert. Die andere zeigte keine Veränderungen.

Ferner war seit langem bekannt, daß die Milz anschwillt, wenn die zuführenden Nerven durchtrennt werden. Wir hatten gehofft, nach Durchschneidung der perivaskulären Milznerven eine starke Blutfüllung des Organes erzielen zu können. Ob es sich hierbei um eine Stase oder aktive Infiltration der Pulpa von der Gefäßbahn aus handelte, konnte uns in diesem Falle gleichgültig sein. Es hat sich aber herausgestellt, daß die mechanische Entnervung von Milzgefäßen eine launische Methode ist.

Nur in wenigen Fällen konnten wir als Entnervungseffekt eine stärkere Dilatation und Blutfüllung des entsprechenden Milzteiles als Erfolg

buchen. Gewöhnlich ließ sich zwar eine mehr oder weniger deutliche Blutfüllung der entnervten Milzpartie gegenüber der normalen feststellen, aber zu einer Dehnung dieses Abschnittes ist es in den meisten Fällen nicht gekommen.

Wir waren also auf die Untersuchung von Fällen angewiesen, die zwar einen gegenüber der Norm stark vermehrten Blutgehalt der Pulpa aufzuweisen hatten, deren Retikulum aber bei weitem nicht den Grad der Dehnung erkennen ließ, wie wir das bei unseren künstlich gedehnten Organen zu sehen gewohnt waren. Immerhin haben wir einige Milzen untersucht, bei denen die Dehnung des entnervten Milzabschnittes recht deutlich war, und der erwähnte Fall von Unterbindung der Milzvenen stellte in jeder Hinsicht das dar, was wir zu erreichen vorgehabt hatten.

Auf Abbildungen dieses Materials muß verzichtet werden. Ein nicht leergespültes, sondern im Gegenteil noch mit Blut mehr oder weniger stark angefülltes parenchymatöses Organ wie die Milz läßt sich technisch gar nicht leicht behandeln und liefert auch bei günstigen Färbungen kein photographisch dankbares Objekt, wie man sich an Hand von Milzabbildungen in der Literatur immer wieder überzeugen kann.

Um das Resultat gleich vorauszunehmen: Wir hatten Gelegenheit, an den mit Blut gefüllten, durch die Arbeit des Herzens aufgeblähten Organen, die von uns mit anderer Methodik (Woronin usw.) angestellten Beobachtungen in jeder Hinsicht bestätigt zu finden.

Jedermann kennt das normale Bild eines Milzschnittes. Es handelt sich um ein dicht zusammengedrängtes Retikulum voller zum großen Teil seßhafter lymphoider Elemente. Abgesehen von Teilen des Gefäßapparates pflegen alle feineren Strukturbestandteile des Parenchyms von der Fülle von Zellen überlagert zu sein.

Im Gegensatz zu der anderer Säugetiere treten bei der Katzenmilz die Hülsen auch bei stark kontrahiertem Organ immer noch relativ deutlich hervor. Aber nicht etwa als scharf umschriebene Gebilde, sondern durch einen lichteren Ton ihrer Färbung, bedingt durch eine weniger dichte Lagerung von Zellkernen an dieser Stelle. Im Augenblick aber, wo das Blut in die Maschen des Pulparetikulums hineinsickert und allmählich das lockere Netzwerk auseinanderdrängt, werden die Hülsen mit einem Male als deutliche, sozusagen greifbare „Körperchen" erkennbar und heben sich bei den meisten Färbungen durch einen hellen Ton von den dunkel sich färbenden Elementen des Blutes ab. Der erste Effekt der Blutfüllung des Organes ist also eine Anschoppung des Retikulums der Pulpa unter Ausschluß des Hülsengewebes, das sich gleichsam in Gestalt kleiner Inseln aus der gleichförmigen Masse von alles erfüllendem Blut heraushebt. Dabei läßt sich zunächst keine wesentliche Auflockerung des Hülsengewebes beobachten.

Sobald aber die Blutfüllung stärkere Ausmaße annimmt und mit einer Dehnung des Organes verbunden ist, kann man recht deutlich

Veränderungen in der Struktur des Hülsengewebes feststellen. Und zwar läßt sich beobachten, daß auch hier die dehnenden Kräfte zunächst die Peripherie der Hülse in Mitleidenschaft zu ziehen scheinen. Es kommt am Rande der Hülsen zur Bildung rundlicher Lücken, die, wenn sie ringsherum auftreten, die Hülse wie von einem zellfreien Hof umgeben erscheinen lassen. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich in diesem Falle um an der Grenze von Hülsen- und Pulparetikulum aufgelockertes retikuläres Maschenwerk, dessen Entfaltbarkeit jedoch ganz allgemein infolge der Anfüllung und Durchtränkung mit den Bestandteilen von Blut und Serum begreiflicherweise engere Grenzen gesetzt sind.

Findet neben der Blutfüllung eine stärkere Dehnung und Aufblähung des Organes statt, wie wir es beispielsweise bei der Milz zu beobachten Gelegenheit hatten, der wir die Venen unterbanden, so konnten wir zu unserer Überraschung feststellen, daß auch in diesem Falle der scheinbar feste Kontakt der Elemente des Hülsenretikulums weitgehend einer Auflockerung fähig ist. Nur kommt es unter den gegebenen Umständen nicht zur Bildung von Lücken und Spalten innerhalb der Hülse, da jeder entstehende Zwischenraum zwischen irgendwelchen Strukturbestandteilen der Hülse sofort von den Zellen des Blutes, und zwar in der Hauptsache von Erythrocyten, eingenommen wird. Auf die alte Streitfrage, ob diese von außen oder vom Gefäß her in die Hülse hineingelangen, soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden (s. S. 522).

Die Entfaltung der Hülsen geht also mit einer gleichzeitigen Infiltration durch Blut einher.

Auch das haben wir noch feststellen können, *wieweit* die Hülsen einer Auflockerung fähig sind. Wir haben in dem am meisten gedehnten Organ Kapillaren gefunden, bei denen an typischer Stelle um die Kapillare beim ersten Blick anscheinend die Ausbildung einer Hülse zu fehlen schien. Bei genauerer Betrachtung stellte es sich aber einwandfrei heraus, daß die Kapillare keineswegs frei, hülsenlos, durch die Pulpa lief, sondern, wie üblich, auf einer gewissen Strecke von einem feineren Maschenwerk umgeben war. Nur war dies stark entfaltet, die Maschen waren weit gedehnt und so vollständig mit roten Blutzellen vollgepfropft, daß die Stränge des feineren Hülsenretikulums nur mit Mühe noch zu erkennen waren. Die Kapillare selbst war eng wie gewöhnlich.

Es besteht also kein Zweifel, daß das Gewebe der Kapillarhülsen bei einer Gesamtdehnung des Organes durch Füllung des Organes mit Blut von der arteriellen Seite her durch die Herzkraft des lebenden Tieres, in ähnlicher Weise eine Auflockerung und allmähliche Entfaltung erfährt, wie wir das im vorausgehenden Kapitel bei künstlich gedehnten Milzen nachzuweisen versucht haben.

Ein anderes Resultat war an sich nicht zu erwarten gewesen, da ja die Versuchsbedingungen in hydromechanischer Hinsicht nahezu die gleichen geblieben sind.

Diese Ergebnisse vermögen wohl mehr als bisher die wechselnden Angaben der Autoren bei der Beschreibung von Vorkommen, Größe, Anzahl und Gewebsdichte der Kapillarhülsen, besonders der menschlichen Milz, auf einen einheitlichen Nenner zu bringen.

Besprechung der Ergebnisse.

Faßt man die morphologischen Befunde dieser Untersuchungen kurz zusammen, so ergibt sich etwa folgendes Bild:

Das gesamte Blutgefäßsystem der Katzenmilz läßt sich mühelos in eine zuführende arterielle und eine abführende venöse Gefäßbahn sondern, die sich rein morphologisch grundlegend voneinander unterscheiden.

Was die *arterielle* Gefäßbahn anlangt, so liegen bezüglich des Anordnungsprinzips der verwendeten Gewebsarten an und für sich ähnliche Strukturverhältnisse vor, wie sie bei entsprechenden Gefäßen in anderen Körperregionen angetroffen werden. Bemerkenswert ist eine außerordentlich kräftig entwickelte Muskelhaut, besonders aber die Ausbildung einer ungewöhnlich breiten, locker gebauten, in der Hauptsache aus kollagenen Fasern bestehenden Tunica adventitia, die das arterielle Gefäß auf einem großen Teil seines intraparenchymatösen Verlaufes unmittelbar umgibt. Etwas außerordentlich Charakteristisches ist die totale Umscheidung der Arterien durch trabekuläres, an glatter Muskulatur reiches Bindegewebe, das gewissermaßen als eine vierte Gefäßwandschicht anzusehen ist.

Bei der Betrachtung der arteriellen Gefäßbahn als Ganzem ergibt es sich von selbst, auf Grund der strukturellen Verhältnisse folgende Einteilung vorzunehmen: Ein Ast der Arteria lienalis dringt in eigentümliche, grubenförmige Einsenkungen, Scheiden, der Milzkapsel vor (Scheidenarterie), verläuft also bis zur tiefsten Stelle dieser Einsenkung streng genommen zwar intralienal, aber extraparenchymatös. Erst am Grunde dieser Gruben vollzieht sich der Übertritt des Gefäßes in das eigentliche Parenchym.

Hier verläuft das Gefäß zunächst zentral in einem Trabekel (Trabekelarterie), den es erst nach längerem Verlauf verläßt, um für gewöhnlich alsbald in topographisch nahe Beziehung zu einem oder mehreren Follikeln zu treten (Follikelarterien), nach deren Passage es im allgemeinen rasch präkapillaren Charakter annimmt (Pulpaarteriole). Der letzte Abschnitt ist die arterielle, sog. Hülsenkapillare.

Ein ganz anderes Bild bietet die *venöse* Gefäßbahn dar. Die übliche Schichtenfolge beim Bau der venösen Gefäße, Endothel, Muskularis, Adventitia, wird vollständig vermißt. Es handelt sich lediglich um ein Endothelrohr, das aber bei seinem Verlauf durch das Parenchym nicht, wie das arterielle Gefäßrohr, rings von Balkengewebe eingescheidet wird. Man findet die venösen Gefäße auf einer großen Strecke ihres Verlaufs statt dessen nur einseitig von Balkengewebe getragen. Mitunter erst

weiter zentral, regelmäßig aber beim Verlauf durch die sog. Kapselscheide, findet eine zirkuläre Umhüllung des venösen Stammgefäßes durch Kapselgewebe statt. Dabei läßt sich zwischen Endothelrohr und kapsulärer Hülle nicht, wie bei dem entsprechenden arteriellen Scheidengefäß, die Ausbildung einer Eigenmuskularis des Gefäßes oder einer interstitiellen, adventitiellen Zwischenschicht beobachten. D. h. das Endothelrohr ist unmittelbar in den Trabekel eingelassen.

Im ganzen betrachtet, handelt es sich bei der venösen Gefäßbahn um feinste, direkt aus dem Maschenwerk des Parenchyms heraus sich entwickelnde Wurzelgefäßchen ohne geschlossene Wandung (Wurzelgebiet), die sich alsbald zu echten endothelialen Gefäßrohren umgestalten und zentralwärts, wie erwähnt, einseitig von Balkengewebe gestützt werden (Stammgebiet).

Weder unter den einzelnen Zweigen der arteriellen, noch unter denen der venösen findet eine Anastomosenbildung statt. Es handelt sich also einerseits ausschließlich um Endarterien, auf der anderen Seite nicht um sog. „Sinus"bildungen im engeren Sinne.

Die arterielle Gefäßbahn findet ihr Ende mit einer trichterförmigen Aufspaltung der Endkapillare und unmittelbarem Übergang ins Maschenwerk des Parenchyms. Umgekehrt nehmen, wie erwähnt, die venösen Wurzelgefäße unmittelbar aus den Maschenräumen des Parenchyms ihren Ursprung.

Ein direkter *Übergang* der arteriellen in die venöse Gefäßbahn hat sich niemals beobachten lassen. Unseres Erachtens steht die Tatsache der offenen Gefäßbahn in der Katzenmilz außer allem Zweifel.

Etwas anderes ist es, wenn das zwischen den arteriellen Endtrichter und die venösen Wurzelgefäße zwischengeschaltete „Parenchym" (das nichts anderes ist als das infolge der dreidimensionalen Verspannung retikulären Bindegewebes entstandene Kammersystem der Pulpa), durch eine gewisse „Ordnung" benachbarter, eröffneter Kämmerchen eine quasi präformierte Gefäßstrecke vorzutäuschen scheint. Es ist gar keine Frage, daß, besonders bei der kontrahierten Milz, die ja für gewöhnlich als Untersuchungsmaterial zur Verwendung kommt, mitunter derartige parenchymatöse Gänge, „kurzschließende" Verbindungen zwischen beiden Gefäßbereichen, zu beobachten sind, die anscheinend von verschiedenen Autoren als „Gefäße" angesprochen worden sind.

Aber es handelte sich hierbei sicherlich regelmäßig um sog. „geordnete Parenchymschläuche" (Orsós 1926, zit. nach Hueck 1928), niemals um echte Kapillarbildungen mit eigenem Endothel. Daß diese Parenchymschläuche funktionell unter Umständen wie eine geschlossene Gefäßstrecke zu wirken vermögen, ist, besonders bei den Verhältnissen des kontrahierten Organes, nicht von der Hand zu weisen. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß mit Hilfe derartiger „Pseudogefäße" die Milz durchströmt werden kann, *wie wenn sie ein geschlossenes Gefäßsystem besäße.*

Wir kommen nunmehr auf die eingangs aufgeworfenen Fragen zurück und wollen jetzt den Versuch machen, unsere vorliegenden morpho-

logischen Befunde mit den Beobachtungen der Physiologen hinsichtlich der Volumenänderungen des Organes in Einklang zu bringen.

Hierzu muß als grundsätzlich vorausgeschickt werden, daß sämtliche Vorstellungen, die hier entwickelt werden sollen, sich zunächst ausschließlich auf die Verhältnisse der Katzenmilz, bzw. auf solche vom gleichen Bautyp, beziehen können. Insbesondere bleibt es vorbehalten, inwieweit die hier in Rede stehende Erklärungsweise gewisser Vorgänge bei der Füllung und Entleerung des Organes auf die Verhältnisse der menschlichen Milz übertragbar sind, die bekanntlich eine sehr muskelarme Kapsel besitzt und auch im Bau der Pulpa gegenüber der Katzenmilz wesentliche Unterschiede aufzuweisen hat.

Ferner muß gesagt werden, daß, so sehr wir uns bemühten, unter Vermeidung hypothetischer Voraussetzungen an Hand der morphologischen Gegebenheiten der Mechanik der Blutbewegungen in der Milz auf den Grund zu kommen, unseres Erachtens die Problematik dieser Fragen einen vollkommenen Verzicht auf alle theoretischen Vorstellungen noch nicht zuläßt. Wenn wir beispielsweise auch den experimentellen Beweis über die Richtigkeit unserer Anschauungen von der dauernden Durchströmung des Organes und der Unveränderlichkeit des arteriellen Zustromes nicht geführt haben, so glauben wir doch, daß es uns gelungen ist, an Hand der greifbaren Befunde die Wahrscheinlichkeit dieser Vorstellungen so groß wie möglich zu machen.

Es handelt sich also im folgenden, um die Fragestellung zu präzisieren, um eine Analyse der Volumenänderungen bei der Katzenmilz, um den Versuch einer Klärung der Vorgänge der Füllung, Entleerung und sog. Reservoirbildung des Organes, wenn möglich auf neuromuskulärer Basis.

Da es sich hierbei offensichtlich um aktiv und passiv bedingte Bewegungsvorgänge des Organes handelt, hat eine kurze Erörterung der einzelnen Bewegungsfaktoren vorauszugehen.

Unter den *aktiven* Bewegungsfaktoren nimmt ohne Zweifel bei der Katzenmilz die glatte Muskulatur die erste Stelle ein. Wir fanden sie in der Kapsel und dem gesamten Trabekelwerk und als kräftige Tunica media auf der gesamten arteriellen Gefäßstrecke bis zu ihrem Übergang in die Kapillaren vor. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß das Endothelrohr der arteriellen Gefäße infolge des zentralen Verlaufs in den Trabekeln gewissermaßen in zwei Muskelzylindern steckt, die durch zwischengeschaltetes Bindegewebe voneinander isoliert sind.

Dagegen besitzt die gesamte venöse Gefäßstrecke, worauf ebenfalls schon hingewiesen wurde, bis auf das periphere Stück der Scheidenvene, keine eigene Muskulatur, sondern „the venous system through the spleen was found to be capillary in nature, consisting of a serie of branching channels whose walls were made up of a single layer of endothelial cells" (Robinson 1930). Statt dessen schließen sich die venösen Gefäße dem

Stützgewebe des Organs an, von dessen muskelkräftigen Balken sie unmittelbar, aber fast ausschließlich partiell, umgeben werden.

Was die *passiven* Bewegungsfaktoren anlangt, so ist zu sagen, daß elastische Fasersysteme zwar im gesamten Trabekelwerk und deutlich als elastische Membranen in den proximalen Abschnitten der arteriellen Gefäßbahn nachgewiesen werden können (v. Schuhmacher 1902, Hartmann 1930), aber zweifellos gegenüber der Muskulatur im Stütz- und Gefäßapparat stark zurücktreten (Reissner 1929).

Aus der Zuordnung sowohl der Muskulatur wie der elastischen Elemente zu den Blutgefäßen, zur Kapsel und dem Trabekelsystem, zusammen mit dessen eigentümlicher Verspannungsweise, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Blutdruckverhältnisse, müssen sich die *Bewegungsänderungen* des Organes erklären lassen.

Beginnen wir nach dieser zusammenfassenden Darstellung der morphologischen Verhältnisse nunmehr mit dem Versuch, uns über den Vorgang der

Entleerung des Organes

Aufschluß zu verschaffen.

Wir wollen dabei vom aufgeblähten, prall mit Flüssigkeit gefüllten Organ ausgehen. Seine Kapsel ist entfaltet und gedehnt; ihre elastischen Elemente sind infolgedessen, ebenso wie die des Balkenwerkes, in einen gewissen Spannungszustand versetzt. Desgleichen befinden sich die muskulären Anteile der Kapsel und des Trabekelsystems in einem entsprechenden Dehnungszustand. Ebenso werden die Blutgefäße, soweit sie vom Trabekelwerk gestützt oder umschlossen werden, an dessen Zustandsänderungen teilnehmen müssen. Man muß sich vorstellen, daß sich infolge der Längsdehnung der Gefäße eine gewisse Verminderung ihres Lumens einstellen wird.

Kontrahiert sich jetzt auf einen entsprechenden Reiz hin die (bekanntlich sympathisch innervierte) Muskulatur in der Kapsel und den Trabekeln, so wird der Inhalt des Organes unter einen gewissen Druck gesetzt werden. Diese durch die Tätigkeit der Muskulatur ausgelöste komprimierende Wirkung auf den Organinhalt wird durch das Bestreben der bei der Aufblähung des Organes in einen Spannungszustand versetzten elastischen Fasern, in ihre Ruhelage zurückzukehren, je nach der Stärke der elastischen Elemente, eine entsprechende Unterstützung erfahren.

Durch diese *Steigerung* des *Innendruckes* wird der nicht zusammendrückbare Inhalt veranlaßt, nach der Stelle des geringsten Widerstandes auszuweichen.

Wie man erwarten darf, bietet die venöse Gefäßbahn hierfür die günstigsten Abflußbedingungen dar. Darauf wird sogleich näher eingegangen werden.

Dagegen ist, wenn man zunächst von dem physiologischen Widersinn absieht, keineswegs auf Grund der morphologischen Befunde a priori

auszuschließen, daß ein *Rückfluß* durch die *arterielle Strombahn* nicht im Bereiche der Möglichkeiten liegen könne. Man stelle sich nur vor, der Innendruck des Organes werde dem im arteriellen System herrschenden Blutdruck gleich oder übertreffe ihn.

Man muß sich auch deshalb diese Frage vorlegen, weil sich, entgegen der üblichen Ansicht, unter geeigneten Versuchsbedingungen eine rückläufige Blutbewegung innerhalb des arteriellen Systems bei Injektion von der venösen Seite her hat erzielen lassen (Mills 1926). Darauf wird weiter unten noch näher einzugehen sein (s. S. 523).

Derartige Versuche beweisen natürlich noch nicht, daß außerhalb des Experiments jemals etwas Ähnliches sich vollzieht. Die zahlreichen Beobachtungen, die von physiologischer Seite bei Gelegenheit von Nervenreizungsversuchen in vivo wie am überlebenden Organ auch über den Entleerungsprozeß des Organes angestellt wurden, weisen vielmehr darauf hin, daß selbst bei der Verwendung unverhältnismäßig großer Reizdosen, die eine relativ rasche Verkleinerung des Organes zur Folge hatten, der Abflußweg des Milzinhaltes ausschließlich auf der venösen Seite gesucht werden muß.

Welches die Ursachen für die Verlegung der arteriellen Gefäßbahn gegenüber rückwärts fließenden Flüssigkeiten sind, läßt sich unseres Erachtens nicht mit Sicherheit angeben.

Man denkt zunächst an den im arteriellen System herrschenden *Blutdruck*. Bedenkt man aber die außerordentliche Einengung, die „kapilläre" Struktur der peripheren arteriellen Gefäßstrecke, besonders ihres intraglumären Anteils, so kann man sich schwer vorstellen, daß der Blutdruck, wenigstens in den terminalen Gefäßgebieten, eine große absolute Höhe erreichen kann. Dagegen macht es an sich keine Schwierigkeiten, sich vorzustellen, daß er gegebenenfalls relativ kleiner sein kann als der unter dem Einfluß der sich kontrahierenden Kapselmuskulatur auftretende Innendruck des Organes.

Könnte es abgesehen davon vielleicht möglich sein, daß die kräftige *Eigenmuskulatur* der *Arterie* das Lumen verschließen und eine arterielle Blutbewegung überhaupt unterbinden kann? Diese Möglichkeit ist an sich nicht auszuschließen. Ob aber ein derartiger Vorgang noch als physiologisch angesehen werden kann, ist eine andere Frage. Wollten wir aber die Verschließbarkeit des arteriellen Systems durch Kontraktion seiner Eigenmuskulatur (im Gegensatz zur medialosen Vene) für den Entleerungsprozeß des Organes verantwortlich machen, so müßten wir verlangen, daß diese Kontraktion der Arterienmuskulatur *vor* der der Kapselmuskulatur, spätestens aber gleichzeitig mit ihr stattzufinden hätte. Ein derartiger Vorgang wäre an sich ein plausibler Grund dafür, daß der Abfluß aus dem Organ normalerweise nur nach der venösen Seite hin stattfindet. Dem stehen aber die gegenteiligen Beobachtungen v. Skramliks (1927) entgegen. Er konnte die bemerkenswerte Feststellung machen,

daß sich, wenigstens im Experiment, bei Reizung entsprechender Nerven die Gefäßmuskulatur *später* als die Kapselmuskulatur zusammenzieht.

Für gewöhnlich wird in den Schweigger-Seidelschen *Kapillarhülsen* die Vorrichtung erblickt, die rückläufige Blutbewegungen im arteriellen System verhindern soll. Man spricht von der sog. „One-way-valve action" der Kapillarhülsen (Mall 1902, Tait und Cashin 1925), bzw. von der sog. „kapillarventilartigen" Wirkung der Kapillarhülsen (Heidenhain 1928). Wir sind aber nicht der Ansicht, daß bei einer Drucksteigerung im Innern der Milz die Hülsen zur Kontraktion veranlaßt werden und entsprechend der Heidenhainschen Vorstellung „das Lumen der zugehörigen Kapillaren verschließen". Auf das weitere Für und Wider soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden (s. S. 523).

Wie die Dinge auch liegen mögen: stellt man die morphologischen Befunde bei einem Vergleich der arteriellen und venösen Gefäßbahn der Katzenmilz im Hinblick auf ihre Eignung zum Flüssigkeitstransport einander gegenüber, so muß man unbedingt zu der Überzeugung kommen, daß die arterielle Gefäßbahn für eine rückläufige Blutbewegung ungeeignet, die venöse dagegen zur Aufnahme und zum Abtransport von Flüssigkeit aus dem Milzinnern wie geschaffen erscheint.

Inwieweit die Struktur der venösen Gefäßbahn und ihre topographische Beziehung zum Trabekelsystem bei einer Kontraktion der Kapsel- und Trabekelmuskulatur den Abfluß von Flüssigkeit nach der venösen Seite hin begünstigen, soll jetzt in Kürze erörtert werden.

Wir erinnern uns, daß das venöse Wurzelgebiet seinen Ursprung unmittelbar aus dem Maschenwerk der Pulpa nimmt. Somit unterliegen die venösen Wurzelgefäße in gleicher Weise wie das Maschenwerk der Pulpa den Veränderungen von Form, Ausdehnung und Inhalt, denen das Parenchym des Organes im ganzen bei dessen wechselnden Volumenverhältnissen ausgesetzt ist. Im selben Maße wie z. B. bei der Aufblähung des Organes und Dehnung der Kapsel das Maschenwerk der Pulpa entfaltet wird und seine Kämmerchen sich eröffnen, vollzieht sich zugleich eine Entfaltung und Eröffnung der venösen Wurzelgefäße. Bei prall gefülltem Organ, von dem wir hier sprechen wollen, befindet sich das venöse Wurzelgebiet infolge Öffnung und Ausweitung seiner periphersten, ins Maschenwerk des Parenchyms übergehenden Ausläufer, in einem für die Ausnahme von Flüssigkeit höchst geeigneten Zustand. Diese Eröffnung des „noch parenchymatösen" Anteils der venösen Gefäßbahn vollzieht sich automatisch mit der Gesamtdilatation des Organes, ohne aktive Beteiligung der Kapsel- und Balkenmuskulatur; wenigstens bei den Tieren, die in der Milz keine Muskulatur im eigentlichen Parenchym besitzen. Etwas anders verhält es sich bei den Tieren, z. B. dem Schwein, bei denen sich nach den Untersuchungen Neuberts (1922) und Goschs (1931) ein spezielles muskuläres Netzwerk im Gewebe der Pulpa selbst, unabhängig vom Trabekelsystem, vorfindet. Wohl mit Recht vertritt Neubert die Ansicht, daß „durch die Kontraktion des

Muskelsystems die Venenkapillaren und Pulpavenen erheblich gedehnt und so für die Ableitung des Blutes besonders geeignet werden".

Wie die Verhältnisse im einzelnen auch liegen mögen, man darf wohl in jedem Falle annehmen, und die mikroskopischen Befunde an in gedehntem Zustande fixierten Organen bestätigen es, daß in diesem Zustand die distalen Anteile des venösen Gefäßsystems für die Aufnahme von Flüssigkeit außerordentlich geeignet sind.

Es fällt hiernach nicht schwer, sich vorzustellen, daß bei einsetzender Kapselkontraktion ein Übertritt von Flüssigkeit aus dem Maschenwerk des Parenchyms in das venöse Wurzelgebiet sich vollziehen wird. Diese Überführung des flüssigen Inhaltes aus dem schwammartigen Gewebe der Pulpa in geordnete Gefäßbahnen stellt den ersten Akt der Entleerung des Organes dar.

Die nächste Aufgabe ist der Weitertransport, sagen wir des Blutes, aus dem Wurzelgebiet der kapillaren Sammelvenen in das venöse Stammgebiet und die Vena lienalis.

Auch hier liegen für die Ableitung von Flüssigkeit besonders günstige Strukturverhältnisse vor. Wir wiesen wiederholt auf die Tatsache der *einseitigen* Anlagerung von Stützgewebe (Trabekeln) an die größeren Venen hin. Es handelt sich hierbei sicherlich um eine anatomische Konstruktion, der eine ganz bestimmte funktionelle Bedeutung zukommt. Man nimmt an, daß bei der Zusammenziehung eines Balkens auf die anliegende, infolge Fehlens einer eigenen Muskularis zu einer Eigenbewegung unfähige Venenwand ein einseitiger Zug ausgeübt wird, der das Gefäß am kollabieren hindern, bzw. eröffnen soll. Mall (1903) und Robinson (1930) kommen bezüglich der Rolle, die man dem Balkenwerk hinsichtlich seiner topographischen Lage zu den großen intraparenchymatösen Venen bei der Entleerung des Organes zuerteilt, zu ähnlichen Ergebnissen. Der letztere schreibt: „Emptying of the spleen is largely brought about by a contraction of the trabecular framework which by virtue of its attachment to the walls of the veins pulls them open and at the same time compresses the pulp."

Man könnte sich also den Vorgang der Entleerung des Organes folgendermaßen vorstellen: Bei Einsetzen der Kapselkontraktion wird das durch die Dehnung des Organes eröffnete venöse Wurzelgebiet sogleich mit Flüssigkeit gefüllt, während gleichzeitig die Kontraktion des Balkenwerkes das intraparenchymatös gelegene venöse Stammgebiet für die Aufnahme und den Durchfluß dieser Flüssigkeit geeignet macht.

Nun gibt es aber einen gewissen Abschnitt der venösen Gefäßbahn, auf dem das Venenrohr, wie immer wieder betont, *ring*sherum von muskelhaltigen Gewebe umgeben wird, wenn auch nur auf einer kurzen Strecke. Es handelt sich um das Gebiet der Scheidenvenen. Wir wissen, daß auch an dieser Stelle die gesamte „Vene" lediglich durch ein Endothelrohr dargestellt wird. Dies ist unmittelbar in das Gewebe der

muskelkräftigen Kapselscheide eingelassen. Das heißt, worauf schon Kultschitzky (1895) hingewiesen hat: „Das Lumen der Milzvenen hängt von der Verengerung oder Erweiterung der sie umgebenden Scheiden ab."

Diese Verengerung oder Erweiterung der Kapselscheiden muß nun ihrerseits in direkte Abhängigkeit von der Anordnung und dem Kontraktionszustand der Muskulatur der Kapselscheiden gebracht werden. Was die Anordnung der Muskulatur in den Kapselscheiden anlangt, so ist dazu folgendes zu sagen:

Wir hatten (s. S. 464) festgestellt, daß die Kapselscheiden ihrer Struktur nach als schlauchförmige Einstülpungen der Milzkapsel aufzufassen sind. Während sich aber in der Kapsel neben einer gewissen Schichtung der Muskulatur mitunter eine „korbartige" Verflechtung (Hartmann 1930) der Muskelbündel beobachten läßt [vgl. hierzu die eingehenderen Untersuchungen von Kultschitzky (1895), Reissner (1929) und Hartmann (1930)], verlaufen die Muskelbündel in der Kapselscheide, ähnlich wie in den Trabekeln, fast ausschließlich in einer Richtung, und zwar parallel zur Längserstreckung der Scheidengefäße. Die Faserbündel lösen sich an der Abgangsstelle der Kapselscheide aus dem Muskelgeflecht der Kapsel los und biegen in die Richtung der in die Milz eintretenden bzw. sie verlassenden Gefäße um, bis sie schließlich mit den Gefäßwänden parallel verlaufen. Ein ringförmiger Faserverlauf hat sich im Gebiet der Kapselscheiden so gut wie nie auffinden lassen. Auf den ausschließlichen Längsverlauf der Muskelbündel in den Scheiden wurde ebenfalls schon von Kultschitzky (1895) aufmerksam gemacht: „Gehen die Muskelbündel in die Kapsularscheiden über, so schlagen sie immer eine Längsrichtung ein."

Das würde im Hinblick auf die physiologischen Leistungen der Kapselscheiden folgendes zu bedeuten haben: Kontrahiert sich im Rahmen einer allgemeinen Kontraktion der Kapselmuskulatur auch die Muskulatur der Kapselscheiden, die ja als Teile der Milzkapsel zeitlich und morphologisch an und für sich den gleichen Veränderungen unterworfen sind, so muß es zunächst infolge der Längsanordnung der Muskelfasern zu einer Verkürzung der Kapselscheiden kommen. Das bedeutet eine Erweiterung der eingeschlossenen Gefäße. Dies gilt im besonderen Maße für die Scheidenvenen, die, wie erwähnt, infolge ihrer Struktur und Lage zu den Kapselscheiden durch deren Gestaltsveränderungen unmittelbar in Mitleidenschaft gezogen werden, während die Scheidenarterien unserer Meinung nach durch die Zwischenschaltung adventitiellen kollagenen Bindegewebes (s. S. 464) vor der Beeinflussung durch die Veränderungen des Kontraktionszustandes der Scheidenmuskulatur an sich eher geschützt werden. „Die Arterien pulsieren frei in ihrer sog. Kapsularscheide" (Kultschitzky 1895).

Führt man sich fernerhin die Art des Überganges der Muskelfasern aus dem Geflecht der Kapselmuskulatur in die Kapselscheiden vor Augen,

das Umbiegen der Muskelbündel an der Ursprungsstelle der Scheiden aus dem Niveau der Kapselmuskulatur in die Richtung der ins Innere des Parenchyms vordringenden Gefäßscheiden, so wird man annehmen müssen, daß bei einer allgemeinen Kontraktion der Kapselmuskulatur durch die Verkürzung der bogenförmig in die Scheide übertretenden Fasern der Kapselmuskulatur von allen Seiten her ein radiärer Zug auf das Ursprungsgebiet der Kapselscheide ausgeübt werden muß. Das bedeutet ohne Zweifel eine Dilatation der von der Scheide umschlossenen großen Venen.

So sehen wir also, daß auch an der Stelle, wo durch die Ausbildung von Gefäßscheiden eine Umhüllung der großen Venen durch Muskulatur stattfindet, durch die Anordnung der muskulären Elemente in der Längsrichtung der Scheiden eine gefäßverengernde Wirkung bei Kontraktion der Muskulatur vermieden wird, und daß ferner die Wirkung der sich verkürzenden Faserbündel der Kapselmuskulatur, speziell an der Scheidenmündung (bzw. -wurzel), d. h. an der Grenze von Kapsel und Kapselscheide, gleichfalls zur Dilatation der Gefäße an dieser Stelle herangezogen wird.

Diese gefäßerweiternde Wirkung der Kapselscheidenmuskulatur wird naturgemäß nur so lange anhalten, als der Vorgang der Kontraktion der Scheidenmuskulatur währt, dafür aber in jeder Dilatationsphase, bei jedem Füllungsgrad des Organes möglich sein. Dagegen kann kein Zweifel bestehen, daß die jeweilige *absolute* Weite des Venenrohres im Gebiet der Kapselscheide daneben noch weitgehend von der jeweiligen Volumengröße des Organes abhängig ist und denselben Veränderungen unterliegt, denen sämtliche Größenmaße des Organes im Verlaufe seiner Volumenschwankungen unmittelbar unterworfen sind. Das geht aus der Betrachtung der Scheidenregion bei Milzen, die in verschiedenem Dehnungszustand fixiert wurden, mit Sicherheit hervor.

D. h. das Lumen der großen Abflußwege wird bei einer sich kontrahierenden Milz mit Hilfe der Einrichtung der Kapselscheiden automatisch den wechselnden Volumenverhältnissen des Organes angepaßt; es setzt sich aus zwei Größen zusammen, einer Grundweite in unmittelbarer Abhängigkeit vom Blähungszustand des Organes und einer akzessorischen Komponente als Ausdruck der gefäßerweiternden Wirkung der sich kontrahierenden Kapselscheiden.

So bringt es also die verschiedenartige Anordnung der Muskulatur in der Kapsel, den Trabekeln und den Kapselscheiden mit sich, daß der nervöse Impuls, der durch Auslösung der Kontraktion der Kapselmuskulatur zu einem Übertritt des flüssigen Organinhaltes aus dem Parenchym in das venöse Wurzelgebiet führt, zugleich durch die Kontraktion der dem intraparenchymatös gelegenen Venensystem angelagerten Trabekelmuskulatur günstige Abflußbedingungen schafft und fernerhin auch die großen extraparenchymatösen Abflußwege für den Abtransport von Flüssigkeit geeignet macht.

Es handelt sich also bei der Entleerung des Organes um eine konzentrische Kompression des Parenchyms, die zu einer Auspressung und allmählichen Zusammenfaltung des pulpären Maschenwerks führt. Der flüssige Organinhalt wird zunächst in das zentrale venöse Gefäßsystem der Milz übergeführt und sodann unter zweckmäßiger Regulation der Weite der großen ableitenden Blutwege, in steter Anpassung an die Volumenverhältnisse des Organes, in den allgemeinen Kreislauf abgegeben.

Als Endzustand einer Kontraktion der Muskulatur des gesamten Stützapparates der Milz finden wir eine geschrumpfte, gefaltete Kapsel vor, und ein komprimiertes Parenchym, das auf Schnitten nur mit Mühe noch seine Zusammensetzung aus einem System unzähliger Kämmerchen erkennen läßt. Es ist das bekannte Bild, das die Milz der Leiche zu bieten pflegt.

Die Zirkulation beschränkt sich in diesem Zustand auf die eigentlichen Gefäßbahnen unter Zwischenschaltung „geordneter Parenchymschläuche".

Von diesem Endzustand der Kontraktion, gefaltete Kapsel, komprimiertes Parenchym, Durchströmung des Organes auf dem kürzesten Wege (arterielle Strombahn, parenchymatöses Zwischenstück, venöse Strombahn) wollen wir ausgehen, wenn wir den

Prozeß der Organfüllung

zu erklären versuchen.

Wir stellen uns vor, daß, solange das Gesamtparenchym des Organes unter der aktiven Tätigkeit seiner Muskulatur komprimiert gehalten wird, diese kurzschließende „parenchymatöse" Verbindungsstrecke zwischen arterieller und venöser Gefäßbahn einen direkten Kommunikationsweg zwischen beiden Gefäßsystemen darstellt, so daß, wie schon erwähnt, in diesem Zustand von einer funktionell geschlossenen Gefäßbahn in der Milz geredet werden kann. Die gesamte übrige, an der Gefäßbahn unbeteiligte Pulpa, das sog. parenchymatöse Maschenwerk des Organes im eigentlichen Sinne, ist von der Zirkulation ausgeschlossen und ein Übertritt von Blut in die Pulpa so lange nicht möglich, als deren Gewebe wie ein Schwamm durch die Kontraktion der gesamten Organmuskulatur komprimiert gehalten wird.

Im Augenblick aber, wo der nervöse Impuls aussetzt, und die Muskulatur erschlafft, wird, wenn auch voraussichtlich zunächst nur in geringem Ausmaße, eine gewisse Dilatation der Kapsel und damit eine Volumenzunahme des ganzen Organes eintreten, und damit der durch das zusammengepreßte Parenchym voll ausgefüllte, durch die Kapsel begrenzte Binnenraum des Organes eine gewisse Vergrößerung erfahren. Dieser Vorgang der Volumenvergrößerung des Organes bei Wegfall des Kontraktionsreizes bringt es mit sich, daß die Kompression des Parenchyms zurückgeht und die sog. „Flutkämmerchen" der Pulpa sich wieder, wenn auch zunächst unbedeutend, zu entfalten vermögen und damit für die Aufnahme von Flüssigkeit geeignet werden.

Dieser Entfaltungsprozeß des parenchymatösen Kammerwerks, der also die unmittelbare Folge eines Tonusverlustes der Kapselmuskulatur darstellt, wird sich mit größter Wahrscheinlichkeit auch in der unmittelbaren Umgebung der interstitiellen parenchymatösen Gefäßstrecke vollziehen. Diese besitzt bekanntlich keine präformierten, geschlossenen Wandungen. Der flüssige Inhalt der Gefäßbahnen wird sich demnach nur so lange an diesen im Parenchym vorübergehend ausgebildeten Kommunikationsweg halten, als die unmittelbare Umgebung dieser parenchymatösen Strecke für die Aufnahme von Flüssigkeit nicht geeignet ist. In dem Augenblick aber, wo, wie auseinandergesetzt, durch Entspannung der Kapsel die Kontraktion des Parenchyms nachläßt, das pulpäre Maschenwerk sich auflockern kann und seine Flutkämmerchen wieder, wenn auch zunächst nur beschränkt, durchgängig werden, wird zweifellos von dieser im Parenchym verlaufenden interstitiellen Gefäßstrecke aus, dem a priori undichten Abschnitt der ganzen Gefäßbahn, eine gewisse Infiltration der perivaskulären Pulpagebiete möglich sein.

Diese Infiltration der Pulpa in der unmittelbaren Umgebung der interstistiellen Gefäßstrecke bedeutet den Beginn der Organfüllung und spiegelt letzten Endes im Prinzip den Vorgang wieder, nach dem sich das Organ überhaupt füllen muß.

Man kann sich hierbei gut vorstellen, daß zunächst, während die Blutfüllung der in der Nähe dieser parenchymatösen Strecke gelegenen Pulpagebiete schon im Gange ist, dieser kurzschließende Kommunikationsweg noch als solcher erhalten bleibt und vom größten Teil des die Milz überhaupt durchströmenden Blutes noch durchflossen wird. Aber die Leitung ist eben undicht, so daß ein Teil der Flüssigkeit durch die Wände hindurchsickert und das umgebende Gewebe langsam infiltriert.

Die Art, sich den Füllungsmechanismus derart vorzustellen, würde an sich sehr gut zu dem Schema III passen, das Barcroft (1926, S. 828) zur Darstellung der Vaskularisationsverhältnisse der Milz entworfen hat. Wir haben *einen* Blutweg durch die Milz, der, im großen und ganzen präformiert, zwar auf einer kurzen Strecke durch die Pulpa verläuft, ohne aber größere Abschnitte der Pulpa in das Strombett einzubeziehen, und einen *zweiten* Stromweg, der auf der parenchymatösen Strecke abzweigt und sich alsbald im Maschenwerk der Pulpa verliert. Dagegen können wir in diesem Zusammenhang der Theorie Eppingers (1920) von einem funktionellen Dualismus zwischen verschlußfähigen Hülsen- und offenen Follikelkapillaren keineswegs zustimmen.

Wie dem auch sei! Wenn wir auch zugeben, daß sich auf die geschilderte Weise sehr wohl die *Initialstadien* des Füllungsprozesses erklären lassen, so glauben wir nicht, daß damit auch die Frage beantwortet werden kann, wie es möglich ist, daß das Organ unter Umständen um das Mehrfache seines Ausgangsvolumens sich vergrößern kann. Unseres Erachtens auch nicht unter Zuhilfenahme der Hueckschen Hypothese, der

anscheinend auf Quellungs- und Entquellungsvorgänge anspielt, wenn er (1928) schreibt, daß vielleicht die Gründe für die Volumenänderung des Organes in der „physikalisch-chemischen Beschaffenheit des Retikulumgewebes" gesucht werden müssen, denen nach seiner Ansicht „eine erhebliche Bedeutung für den Dehnungszustand der ganzen Milz zugesprochen" werden muß.

Was wir für das Zustandekommen einer *stärkeren* Organfüllung noch dazu als grundlegende Voraussetzung fordern, ist neben der Tonusverminderung der Kapsel der Nachweis eines Regulationsmechanismus auf der venösen Seite zur Beschränkung des venösen Abflusses.

Wir suchen diesen Regulationsmechanismus auf der venösen Seite, weil wir der Ansicht sind, daß der Bau der arteriellen Gefäßbahn keine Anhaltspunkte dafür zu bieten vermag, daß die Füllung des Organes etwa durch eine bedeutende Steigerung der zufließenden Blutmenge zu erklären wäre. Denn das Näherliegende wäre an sich die Vorstellung, das Organ könne von der Arterie her derart stark überflutet werden, daß die abfließende Blutmenge hinter der zufließenden zurückbliebe.

Die morphologischen Grundlagen dieses Mechanismus zur Beschränkung des Abflusses finden wir wiederum in der schon mehrfach erwähnten Einrichtung der Kapselscheiden vor, auf die wir bei der Besprechung des Entleerungsprozesses schon näher eingegangen waren. Es fragt sich nun, ob es gelingt, auch in diesem Falle der Organfüllung die Wirkungen, die sie auf die zugehörigen Gefäße auszuüben vermögen, in den Gesamtvorgang des Füllungsprozesses einzugliedern und sie ihrer Funktion nach als eine sinngemäße Einrichtung anzuerkennen.

Die Dinge liegen hier zweifellos etwas verwickelter. Es wäre ein leichtes, sich den Füllungsvorgang zu erklären, wenn man nachweisen könnte, daß die Muskulatur im Gebiete der Kapselscheiden sich, ganz abgesehen von ihrer Anordnung, nervösen Reizen gegenüber anders verhielte als die der Kapsel schlechthin. Davon wissen wir nichts. Wir müssen daran festhalten, daß Änderungen des Kontraktionszustandes der Muskulatur im Gebiet der Kapselscheiden mit denen der Kapsel überhaupt an sich gleichsinnig verlaufen.

Es liegt also anscheinend ein offensichtlicher Widerspruch darin, einesteils gelten zu lassen, daß durch die Erschlaffung der Kapsel die Voraussetzungen für die Organfüllung gegeben werden, zugleich aber eine Beschränkung des venösen Abflusses im Gebiet der Kapselscheiden zu verlangen.

Wir wollen auch zur Klärung dieser Verhältnisse auf die morphologischen Voraussetzungen zurückgreifen und erinnern daran, was wir bei der Besprechung des Entleerungsprozesses bezüglich der Kapselscheiden gefunden hatten.

Wir hatten festgestellt, daß infolge des Längsverlaufes der Muskelfasern in den Scheiden und der besonderen Anordnung der Faserbündel

an der Grenze von Kapsel und Kapselscheide bei einer Kontraktion der Scheidenmuskulatur einmal infolge der Verkürzung der Kapselscheiden, andererseits infolge der radiären Zugwirkung der Kapselmuskulatur auf den Scheideneingang die eingeschlossenen Scheidenvenen erweitert werden müssen, und zwar über eine ihnen in Abhängigkeit vom jeweiligen Dehnungszustand des Organs zukommende Grundweite hinaus.

Diese *akzessorische* Dilatation der großen Venen muß in Wegfall kommen im Augenblick, wo die Kapsel- und Kapselscheidenmuskulatur erschlafft und sowohl die Verkürzung der Scheiden in toto als auch die konzentrische Zugwirkung auf den Scheideneingang, bzw. den peripheren Abschnitt der Scheide überhaupt, aufgehoben werden. Das Lumen der Scheidenvenen wird sich in diesem Moment um den Betrag der aktiven Dehnung durch die Kapselmuskulatur usw. verringern, d. h. soweit, bis die durch den Dilatationsgrad des ganzen Organes jeweils bedingte *Gefäßgrundweite* wieder erreicht ist. Jedoch kann die mit dem Nachlassen der Kontraktion der Kapsel- und Scheidenmuskulatur verbundene Kollabierung der großen Venen in keinem Falle zu einer vollständigen Verlegung des venösen Abflusses überhaupt führen; sondern die Betrachtung der Scheidenregion bei Milzen, die in stark kontrahiertem Zustand fixiert wurden, lehrt, daß die sog. Grundweite der Kapselvenen sich in jeder Dilatationsphase des Organs in solchen Grenzen hält, daß ein gewisser Abfluß aus dem Organ jederzeit möglich ist.

Man ist also keineswegs dazu berechtigt, anzunehmen, daß durch den Rückgang der akzessorischen Venendilatation bei Wegfall der Kontraktion der Scheidenmuskulatur usw. jemals ein *absolutes* Mißverständnis zwischen der zufließenden und abströmenden Blutmenge geschaffen würde und der Füllungsprozeß sich etwa in der Weise deuten ließe, daß bei erhaltenem Zufluß eine totale Verlegung des Abflusses statthaben könnte.

Dagegen sind wir der Meinung, daß der Rückgang der Gefäßweite der Scheidenvenen bei Wegfall der Scheidenkontraktionen usw., auch wenn es nicht zu vollständiger Verlegung der Venen kommen kann, doch auf das Verhältnis Zufluß zu Abfluß in dem Sinne einwirken kann, daß (im Hinblick auf die außerordentlich günstigen Bedingungen, wie sie durch den gleichzeitigen Erschlaffungsprozeß der gesamten Kapselmuskulatur und den dadurch erzielten Raumgewinn, die Expansionsmöglichkeiten des komprimierten Parenchyms usw. geschaffen werden) der Infiltrationsprozeß der Pulpa eine wesentliche Steigerung erfährt.

Wenn wir demnach auch daran festhalten wollen, daß die allerersten Stadien der Pulpafüllung, d. h. die Infiltration der perivaskulären Pulpagebiete, zunächst als unmittelbare Folge der Erschlaffung der Kapselmuskulatur schlechthin angesehen werden kann, so glauben wir doch, daß es neben der Dilatation der Kapsel im besonderen der Wegfall der erweiternden Wirkung der Kapselscheidenmuskulatur auf die eingeschlossenen Venen zuzuschreiben ist, daß das Organ sich darüber hinaus

in allen seinen Teilen füllen und zu den bekannten außerordentlichen Volumengrößen anschwellen kann.

Fassen wir zusammen: Der Beginn der Milzfüllung läßt sich, wenn man vom kontrahierten Organ ausgeht, aus der schwammartigen Struktur des Parenchyms erklären. Stärkere Füllungsgrade können an sich nur aus einer Änderung des Verhältnisses der zufließenden zur abströmenden Blutmenge verstanden werden, einer Änderung, die zu einer Inkongruenz dieser beiden Größen zuungunsten letzterer führt. Da nun der Zufluß als einigermaßen konstant angesehen werden muß und sonach mit einer wesentlichen Steigerung der zufließenden Blutmenge nicht gerechnet werden kann, kommt nur eine Beschränkung des Abflusses in Frage. Diese Beschränkung ist ein relativer Begriff. Es handelt sich nicht um eine absolute Verlegung der größeren Milzvenen. Man kann im Gegenteil als sicher annehmen, daß der venöse Abfluß in keinem Kontraktionszustand des Organs gänzlich verlegt wird, so daß eine ununterbrochene Durchströmung des Organes mit Blut möglich bleibt.

Die Regulation der Weite der venösen Abflußwege ist eine Funktion des Kontraktionszustandes der Muskulatur der Kapselscheiden. Diese ist an sich denselben Innervationsbedingungen unterworfen wie die Muskulatur der Kapsel selbst. Aber der Innervationseffekt äußert sich infolge verschiedener Anordnung der muskulären Elemente in der Kapsel im allgemeinen und der Kapselscheide im speziellen in ganz verschiedener Weise. Die Erschlaffung der Kapselmuskulatur schafft, wie erwähnt, die Voraussetzungen für die Füllung des Organes schlechthin. Die gleichzeitige Erschlaffung der Scheidenmuskulatur beschränkt dagegen den venösen Abfluß, da dadurch die als Folge der Kontraktion der Scheidenmuskulatur auftretende Erweiterung der Scheidenvenen über die lichte Weite hinaus, die ihnen in Abhängigkeit vom jeweiligen Kontraktionszustand des ganzen Organes an sich zukommt, in Wegfall gerät. Es handelt sich also bei der Füllung des Organes um eine gleichzeitig mit der Erschlaffung der Kapselmuskulatur automatisch sich einstellende Beschränkung des venösen Abflusses. Dies ist, abgesehen von den Initialstadien des Füllungsprozesses, die sich allein aus der Kapseldilatation erklären lassen, die mittelbare Ursache der Organfüllung, während die unmittelbare Veranlassung ohne Zweifel in der Erschlaffung der Kapselmuskulatur als solcher mit allen ihren Folgeerscheinungen gesehen werden muß.

Zum Schluß möchten wir noch mit einigen Worten auf die Funktion der Milz als sog.

Blutspeicher

zu sprechen kommen. Wir sind uns bewußt, daß es sich hierbei um eine Betrachtungsweise handelt, die an sich über den unmittelbaren Zweck dieser Abhandlung hinausgeht, und deren zum Teil spekulative Schlußfolgerungen nicht in jedem Punkt durch die Ergebnisse unserer

morphologischen Untersuchungen gestützt werden können. Aber die aktuelle Bedeutung gerade dieser geradezu spezifischen mechanischen Milzfunktion verlangt unseres Erachtens, daß auch von morphologischer Seite her der Versuch einer Klärung des hier zugrunde liegenden Regulationsmechanismus erstrebt werden muß.

Die Tatsache, daß die Milz eine bestimmte, oft nicht geringe Blutmenge in sich aufzuspeichern vermag, ist unbestreitbar. Man hat infolgedessen seit langem nach den morphologischen Grundlagen von Verschlußmechanismen, sog. „Stromriegeln", gesucht, die den Ausschluß einer gewissen Blutquantität aus dem Kreislauf erklären sollten.

Hingewiesen sei unter anderem auf die Untersuchungen von Henschen und Reissinger (1928), die unter ähnlichen Gesichtspunkten drei Systeme von Sperrmechanismen aufgestellt haben, die den *arteriellen* Zufluß regulieren sollen. Sie verlegen die drei Systeme ihrer „Stromriegel" einmal in die Kapillarhülsen, zweitens in den Bereich des Hilus und drittens an die Abgangsstelle der Hauptendäste der Arterien.

Auf *venöser* Seite, auf der unseres Erachtens in erster Linie die Existenz eines Sperrmechanismus zur Abriegelung einer Flüssigkeitsmenge erwartet werden müßte, hat sich bisher das anatomische Substrat eines solchen nicht finden lassen. Es wäre naheliegend, auf die von uns beschriebenen Kapselscheiden hinzuweisen, die doch bei ihrer Kontraktion die venösen Gefäße zu komprimieren vermögen.

Abgesehen davon vermögen jedoch unsere eigenen Untersuchungen keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein irgendwelcher „Sperrmechanismen" zu geben, deren Funktion es sein könnte, den blutzuführenden und -ableitenden Stromweg total zu blockieren, um auf diese Weise eine gewisse Blutmenge aus dem Kreislauf auszuschalten. Unseren Anschauungen über die Blutbewegungen in der Milz entsprechend, die, wie erwähnt, auf der Vorstellung eines konstanten Zustromes und einer dauernden Durchströmung des Organes beruhen, halten wir es auch für wenig wahrscheinlich, daß es noch gelingen wird, den Nachweis ihrer Existenz zu liefern.

Wir sind vielmehr der Ansicht, daß die Tatsache der Speicherungsfähigkeit des Organes sich im Anschluß an die vorangehenden Erörterungen über den Füllungs- und Entleerungsvorgang folgendermaßen erklären läßt:

Überblicken wir den Ablauf des Füllungs- und Entleerungsprozesses, d. h. die Blut„bewegungen" in der Milz überhaupt, so kommen wir zu der Feststellung, daß es letzten Endes Veränderungen im Kontraktionszustand der Kapsel- und Trabekelmuskulatur, ebenfalls also „*Bewegungen*" der *Kapsel* sind, die, wie schon erwähnt, als der unmittelbare Anlaß zu Volumenänderungen des Organes zu gelten haben. Daneben haben wir bei der Besprechung der sog. Kapselscheiden auf eine Art Selbststeuerung sowohl des Füllungs- wie des Entleerungsvorganges hinweisen können.

Davon abgesehen müssen wir jedoch als ausschlaggebend für das Verständnis dieser Prozesse diese Kapselbewegungen, d. h. Tonusschwankungen ihrer glatten Muskulatur, betrachten. Sie sind es, die die wechselnden Strömungsverhältnisse des Organes bedingen, indem sie den Übertritt von Blut aus der Gefäßbahn in die Pulpa und umgekehrt veranlassen.

Im Augenblick, in dem diese *Bewegungen sistieren*, dadurch, daß die Kapselmuskulatur in einem gewissen, aber an sich beliebigen tonischen Kontraktionszustand verharrt, müssen unseres Erachtens automatisch auch diese beschriebenen Austauschbewegungen des Blutes in der Pulpa, wenigstens in gewissen Abschnitten der Pulpa, zum Stillstand kommen. Wir nehmen an, daß in diesem Falle die Durchströmung des Organes, die unserer Ansicht nach, dem Bau des ganzen Gefäßsystems der Milz entsprechend, niemals gänzlich unterbrochen werden kann, sich in der Hauptsache auf die Abschnitte des pulpären Maschenwerks beschränkt, die zwischen den penizillären Endigungen der arteriellen und dem intraparenchymatösen Ursprung der venösen Gefäßbahn gelegen sind, während die gefäßfernen Pulpaanteile von der Zirkulation mehr oder weniger ausgeschaltet bleiben. Das heißt in diesen „gefäßfernen" Pulparegionen befindet sich das Blut in Stagnation, es wird daselbst aufgespeichert wie auf einer „Bank", um einen Ausdruck Barcrofts zu gebrauchen, so daß es sich an der allgemeinen Zirkulation nicht mehr beteiligen kann.

Dieser Zustand der Stagnation von Blut in der Pulpa bedeutet das, was man unter Reservoirbildung im strengsten Sinne versteht.

Und zwar wird es sich bei totalem Bewegungsstillstand der Kapselmuskulatur, bei einer sog. tonischen Starre, um eine mehr oder weniger *absolute* Eliminierung eines gewissen Blutquantums aus dem Kreislauf handeln, da in einem solchen Zustand die Austauschbewegungen des Blutes, wenigstens in den erwähnten gefäßfernen Regionen der Pulpa, so gut wie vollständig darniederliegen werden.

Umgekehrt ist das in der Pulpa einerseits und dem Gefäßsystem der Milz andererseits befindliche Blut, solange sich das Organ in Bewegung befindet und sein Volumen ändert, in gegenseitigem Austausch begriffen und damit an den allgemeinen Kreislauf angeschlossen. Trotzdem ist natürlich, je nach dem Dehnungszustand des Organes, die in der Pulpa befindliche Blutmenge in gewissem Sinne immer noch „reserviert", aber das Blutdepot ist nicht abgeriegelt, das Blut stagniert nicht, sondern wird abtransportiert oder erneuert, ja nach Art der Tonusschwankungen der Muskulatur; das Depot verändert dauernd seine Größe, rasch oder träge, je nach dem Tempo der Muskelbewegungen. Das deponierte Blut befindet sich in Bewegung, d. h. die Eliminierung der Blutmenge ist eine *relative*.

Die *Größe* des Blutreservoirs, speziell bei absoluter Eliminierung in der Pulpa, hängt ganz davon ab, in welchem Dehnungszustand des Organes

die Bewegungen der Kapsel zum Stillstand gekommen sind, in *welchem* tonischen Kontraktionszustand die glatte Muskulatur der Kapsel und des Trabekelwerks verharrt.

Das heißt auch umgekehrt: Jeder Tonuslage der glatten Milzmuskulatur kommt eine bestimmte Volumengröße und damit ein bestimmtes Fassungsvermögen des Organes zu; mit jeder Fixierung eines bestimmten Kontraktionszustandes der Muskulatur, in jeder Dilatationsphase der Kapsel kann ein bestimmtes Blutquantum, aber nur dieses, aus dem Kreislauf ausgeschaltet werden. Und die Frage: Absolute oder relative Eliminierung ist eine Frage der Bewegungsform der Muskulatur.

Diese weitgehende Abhängigkeit des Speicherungsvermögens der Milz vom jeweiligen Zustand ihrer Muskulatur gibt im Hinblick auf pathologische Größenänderungen des Organs zu dem Hinweis Veranlassung, bei der Beurteilung der Größe des Organes beim Lebenden in besonderem Maße auch den Zustand und die Leistungen des Nervensystems zu berücksichtigen, dem diese Muskulatur untersteht.

Wir schließen damit unsere Erörterungen über die Volumenverhältnisse der Milz ab und haben uns nun noch in einem letzten Kapitel kurz mit der Frage zu beschäftigen, auf Grund welcher anatomischen Befunde wir zu der Vorstellung von der *Kontinuität* und relativen *Unveränderlichkeit* des arteriellen *Zustromes* gekommen sind, eine Vorstellung, die von uns zusammen mit der zwar auch aus dieser heraus entwickelten, aber auf breiterer Basis ruhenden Annahme einer *dauernden Durchströmung* des Organes mehrfach als grundlegende Voraussetzung für das Verständnis der Volumenverhältnisse des Organes in unserem Sinne bezeichnet worden ist.

Auf die Vorstellung der ununterbrochenen Durchströmung soll hier nicht weiter eingegangen werden. Wir möchten nur daran erinnern, daß die Milz das Organ ist, bei welchem der funktionelle Blutweg zugleich die Ernährung des Gewebes übernommen hat. Bedenkt man die ganz allgemein zu beobachtende hohe Empfindlichkeit parenchymatöser Organe gegenüber Ernährungsstörungen, so ist eine Unterbrechungsmöglichkeit der Zirkulation, wenn auch nur für kurze Zeit, unseres Erachtens auch im Hinblick auf diese Erwägungen nicht sehr wahrscheinlich gemacht. Vgl. dazu auch Barcroft (1926), der sich zu seinem Schema I (S. 829) folgendermaßen äußert: „Man ist nicht berechtigt, anzunehmen, daß der Blutstrom aus der Milzvene vollständig suspendiert ist, obgleich er häufig ziemlich gering sein kann."

Was die Aufrechterhaltung eines ununterbrochenen, dazu in seiner Quantität anscheinend keinen wesentlichen Schwankungen unterworfenen arteriellen Zustroms angeht, so hatten wir zunächst, um das kurz zu rekapitulieren, darauf hingewiesen, daß das arterielle Gefäßrohr, solange es von Trabekeln umschlossen wird, durch die Ausbildung einer breiten, locker gebauten Adventitia charakterisiert ist, die von uns als kollagene

„Zwischenschicht" bezeichnet worden ist, weil sie wie ein Polster zwischen die Muskulatur des Gefäßes und das Balkengewebe eingelagert ist. Wir vermuten, daß mit Hilfe dieser Einrichtung das Gefäß den morphologischen Zustandsänderungen der Trabekel entzogen ist, so daß der arterielle Zufluß bei Volumenänderungen des Organes nicht unmittelbar in Mitleidenschaft gezogen werden kann.

Ferner deuteten wir darauf hin, daß sich die Entwicklung einer so kräftigen *Eigenmuskulatur* des arteriellen Gefäßes, deren autonome Beweglichkeit gegenüber der Trabekelmuskulatur durch die Ausbildung der kollagenen Zwischenschicht gleichfalls begünstigt wird, *auch* in dem Sinne deuten läßt, daß das arterielle Gefäß befähigt ist, entgegen den wechselnden Zustandsänderungen des Organes eine gewisse Blutströmung aufrecht zu erhalten.

Drittens möchten wir in diesem Zusammenhang ganz kurz auf unsere Beobachtungen an der *präkapillaren* arteriellen Gefäßstrecke zurückkommen. Wir hatten gefunden, daß dieser Gefäßabschnitt ein außerordentlich wechselndes Bild bieten kann. Die Weite des Gefäßes schwankt an dieser Stelle in beträchtlichen Grenzen. Das Gefäß kann aufgebläht oder verengert sein, es ist häufig geschlängelt, mitunter sanduhrartig eingeschnürt usw. Das heißt die Volumenverhältnisse dieses Gefäßabschnittes sind anscheinend inkonstant.

Das legt die Vermutung nahe, daß vielleicht an dieser Stelle der arteriellen Gefäßbahn im Verlauf von Volumenänderungen des ganzen Organes Blut sich anzustauen vermag oder von hier entnommen werden kann. Denn man darf wohl annehmen, daß die präkapillare Gefäßstrecke ihrer Struktur nach zu größeren Volumenschwankungen am ehesten befähigt ist. Das Gefäß ist an dieser Stelle unmittelbar in das Retikulum eingebettet, besitzt selbst so gut wie keine kontraktilen Elemente und muß sonach am ehesten passiv dehnungsfähig und zusammendrückbar sein.

Man könnte sich vielleicht vorstellen, daß mit dieser Konstruktion eine Art Überlauf geschaffen wird, ein Ausgleichsventil für die unter Umständen trotz anderweitiger Sicherungen im arteriellen System unter dem Einfluß der intraparenchymatösen Druckschwankungen möglicherweise doch noch auftretenden Änderungen der intravaskulären Druck- und Strömungsverhältnisse.

Ob sich die Realität eines solchen Regulationsmechanismus im kleinen je beweisen läßt, ist eine andere Frage. Aber die Tatsachen liegen vor und fordern eine Erklärung.

In erster Linie gab uns jedoch, wie erinnerlich, zu unserer Ansicht von der relativen Unveränderlichkeit des arteriellen Zuflusses die Beobachtung Anlaß, daß die Weite der arteriellen Kapillare, besonders ihres intraglumären Anteils, so gut wie keinen meßbaren Veränderungen unterworfen zu sein scheint. Diese auch von allen früheren Untersuchern, bis

auf Greschik (1915), erwähnte Beobachtung wirft von selbst die Frage auf, inwieweit dieses für eine Kapillare auffällige Verhalten eine faßbare morphologische Grundlage hat.

Es ist naheliegend, für die Aufrechterhaltung des konstant engen Kapillarlumens gerade an dieser Stelle die *Kapillarhülsen* selbst verantwortlich zu machen.

Darauf soll etwas ausführlicher eingegangen werden:

Überblicken wir rückschauend noch einmal kurz die morphologischen Verhältnisse einer *Kapillarhülse*. Wir betonten allgemein die prinzipielle Identität von Hülsengewebe und Pulparetikulum (vgl. dazu Ono 1930). Sie unterscheiden sich in nichts voneinander als der Gesamttextur ihres Retikulums und der Feinheit ihres Faserwerkes. Die Elemente dieses Faserwerkes dürfen nach den neuesten Ergebnissen im Hinblick auf passive elastische Nachgiebigkeit als praktisch undehnbar angesprochen werden. Dagegen kann an der Entfaltbarkeit dieses fasergestützten Hülsengewebes kein Zweifel bestehen. Leider wird gewöhnlich zwischen diesen beiden Begriffen bei der Beurteilung der mechanischen Funktionen von retikulärem Gewebe nicht scharf genug unterschieden.

Dieses feine fibrilläre Retikulum der Kapillarhülse steht auf der einen Seite mit dem gröberen der Pulpa in unmittelbarem Zusammenhang. Andererseits hüllt es als engmaschiges Netzwerk die durch die Hülse hindurchziehende Kapillare unmittelbar ein.

Das Lumen dieser Kapillare ist außerordentlich eng. Die weit ins Innere vorspringenden Kerne der Endothelien lassen es als einen sternförmig verzweigten Spaltraum erscheinen. Die Endothelzellen selbst beginnen bereits innerhalb der Hülse ihren seitlichen Kontakt miteinander zu verlieren. Nach Verlassen der Hülse spaltet sich das Kapillarrohr in seine endothelialen Elemente auf, die unmittelbar an die Zellen des Retikulums Anschluß gewinnen. Das heißt, die arterielle Gefäßbahn verliert terminal durch Lösung der Endothelzellen des Kapillarrohres voneinander an sich eine unveränderliche Eigenform. Gerade an dieser Stelle wird das Gefäß vom Gewebe der Kapillarhülse umsponnen.

Es fragt sich nun, auf welche funktionellen Zusammenhänge zwischen Kapillarhülse und Hülsenkapillare der gewebliche Aufbau der Hülsen und ihre topographische Lage schließen lassen.

Da ist einmal zu sagen: Die enge Umspinnung einer Kapillare durch ein Netzwerk von Fasern, die undehnbar sind und, wenn auch nicht gerade zirkulär, so doch gewöhnlich in steilen Spiralen, dazu in relativ dichter Anordnung das Gefäß umgeben, spricht unseres Erachtens dafür, daß mit dieser Einrichtung das Gefäß an der Erweiterung gehindert werden kann. Das heißt, die unmittelbar perikapillär gelagerten Anteile des Gitterfaserwerks der Hülse müssen dafür verantwortlich gemacht werden, daß das Lumen der Kapillare vor allem gegenüber von innen her auf die Gefäßwand einwirkenden Kräften nicht erweiterungsfähig ist. Diese

Verhinderung einer Gefäßerweiterung, die aus den allgemeinen Eigenschaften und dem Bauprinzip jedes Gitterfasersystems abgeleitet werden kann, bedeutet also eine Stabilisierung des Lumens der Hülsenkapillare gegenüber von innen wirkenden Kräften.

Daß überhaupt mit von innen her auf die Kapillarwand einwirkenden Kräften gerechnet werden kann und inwieweit diese auf die Gestalt des Kapillarrohres einzuwirken vermögen, geht unter anderem auch aus einer Bemerkung Helds (1928) hervor. Es handelt sich um die Frage, wie die bekannte „tubenförmige" Endigung der Arterie zu erklären sei. Held spricht die Vermutung aus, daß diese eigentümliche Endigungsweise „vielleicht mit einer durch zu hohen Durchspülungsdruck verursachten Dehnung" in Zusammenhang gebracht werden könne.

Wir möchten die Abhängigkeit gerade des Endabschnittes des Kapillarrohres, wie aus unserer Auffassung von der Bedeutung der Kapillarhülse hervorgeht, von diesem „Durchspülungsdruck" keineswegs vernachlässigt wissen, glauben aber, daß die eigentümliche „Tubenform" des sich aufspaltenden Gefäßes und schließlich die Formwandelbarkeit des arteriellen Gefäßendes überhaupt, daneben infolge des innigen Zusammenhanges der distalen Endothelien mit den Zellen des Retikulums, ebensosehr durch den Dehnungsgrad dieses Retikulums bedingt sein wird.

In konsequenter Verfolgung dieses Gedankens könnte man noch einen Schritt weiter gehen und sagen: Der bei der Dilatation des Organes infolge der eigentümlichen Endigungsweise der arteriellen Kapillare möglichen Dehnung des Gefäßrohres, d. h. der Trennung seiner Endothelzellen voneinander (die, wie oft betont, auch innerhalb der Hülse schon feine Spalten zwischen sich erkennen lassen), wird durch die Ausbildung einer „Hülse", und in diesem Falle würde die mit dem Begriff „Hülse" verbundene Vorstellung am weitesten erfüllt sein, Einhalt geboten. Das heißt zugleich: Die arterielle Kapillare verliert sich zwar, streng genommen, mit divergierenden endothelialen Ausläufern im Retikulum der Pulpa, aber die eigentliche Endigung des geschlossenen arteriellen Gefäßrohres muß de facto schon in der Hülse gesucht werden, die es als solches aufrecht erhält.

Auf der anderen Seite läßt die innige Verbundenheit des Hülsengewebes mit dem Retikulum der Pulpa das Hülsengewebe an dessen mechanischen Veränderungen entsprechenden Anteil nehmen. Gleichviel ob das Retikulum der Pulpa unter dem Einfluß der Kapselbewegungen zusammengedrückt wird oder sich entfaltet, soweit sein dichteres Gefüge es zuläßt, wird auch das Hülsenretikulum gleichsinnigen strukturellen Zustandsänderungen unterliegen. Die Kapillare ruht gleichsam in einem Lager, das in sich nicht starr, sondern nachgiebig gebaut, den räumlichen Veränderungen in seiner Umgebung (Pulpa) sich anzupassen vermag. Das unstarre Gefüge des Gewebes der Kapillarhülsen scheint diese zu befähigen, die Kräfte aufzufangen, die das Kapillarrohr dort, wo es

seinem Bau nach die geringste Stabilität besitzt, seine Eigenform zu verlieren und unter Aufgabe einer allseitig geschlossenen Wandung in das Retikulum der Pulpa sich zu öffnen beginnt, anzugreifen und zu schädigen vermögen und das Kapillarrohr sowohl gegen Zug wie Druck von außen, d. h. von der Pulpa her, zu schützen. Es handelt sich also, wenn man im speziellen den Dehnungsvorgang des Organes im Auge hat, um eine Art Reservegewebe.

Diese Fähigkeit der Kapillarhülsen, Änderungen der Kapillarweite durch von außen wirkende Kräfte zu verhindern, suchen wir in dem anderen Prinzip, daß der Struktur der Hülse zugrunde liegt: dem Bauprinzip des Hülsengewebes auf Entfaltbarkeit.

So glauben wir also durch den Hinweis auf die Struktur der Hülse und die Eigenschaften der Bauelemente des Hülsengewebes unsere Ansicht von der relativen Unveränderlichkeit des Lumens der Hülsenkapillare stützen zu können: Die praktische Undehnbarkeit der Gitterfasern der Hülse hindert das Gefäß an der Ausdehnung bei von innen einwirkender Kraft; die Kompressibilität des wie ein Polster um die Kapillare ausgebildeten Hülsenretikulums selbst schützt das Gefäß vor der Kompression, seine Entfaltbarkeit vor Zerreißungen bei der Einwirkung von Kräften, die im Verlaufe der Volumenänderungen des Organes von der Kapsel ausgehend, durch das Fasersystem des Pulparetikulums übertragen, auf die Gefäßwand einzuwirken vermöchten.

Es versteht sich von selbst, daß mit dieser Anschauung der Begriff „Hülse" als quasi präformiertes Korpuskulum („Knötchen", „Körperchen" usw.) fallengelassen werden muß. Ebensowenig können wir der Anschauung Oberniedermayrs (1926) zustimmen, der mit Neubert (1922) das Hülsengewebe für ein verfilztes Retikulum hält, das „starrer ist, als das der Pulpa und bei der Blähung der Milz nicht gedehnt wird". Ähnlich äußert sich neuerdings auch Petersen (1931) „wahrscheinlich ist die Hülse nur sehr wenig dehnbar".

Wir glauben vielmehr, daß es eine ganz bestimmte, auf der Unveränderlichkeit eines „starren" retikulären Gerüstes beruhende Erscheinungsform der Kapillarhülse an sich nicht gibt. Die jeweilige Gestalt, in der wir die „Hülse" vorfinden, hängt vielmehr von der Verfassung des gesamten Parenchyms ab, vom Dehnungs- bzw. Kontraktionszustand des Pulparetikulums; sie ist eine direkte Funktion des Dilatationsgrades des Organes. Von einer „hülsen"ähnlichen Konfiguration dieser Gebilde kann überhaupt nur bei stark kontrahiertem Organ gesprochen werden. In diesem Sinne möchten wir auch die Äußerungen Mills' (1927) verstehen. Er spricht gelegentlich von der Größenzunahme, die das Organ bei künstlicher Injektion erfährt und sagt: „This distension pulls out the reticulum, and by virtue of this attachment to the ellipsoids, these also." Und an anderer Stelle: „Any changes in the size of the ellipsoids, may be attributed to changes in the volume of the organ as a whole."

Was die im Zusammenhang mit einer eventuellen *Filterfunktion* der Kapillarhülsen immer wieder diskutierte Frage nach der *Durchlässigkeit* von *Hülse* und *Hülsenkapillare* für Blut angeht, so möchten wir dazu folgendes sagen: Bei der *kontrahierten* Milz wird mit größter Wahrscheinlichkeit so gut wir alles Blut, flüssige wie geformte Bestandteile, den vorgezeichneten Weg durch die trichterförmige Ausweitung des Kapillarrohres in die Pulpa nehmen müssen, gleichviel ob diese Trichterbildung wenig oder stark betont ist. Denn wie jederzeit festgestellt werden kann, pflegt bei nicht gedehntem Organ die seitliche Eröffnung des Kapillarrohres durch Auseinanderweichen der Endothelzellen sich auf gerade noch sichtbare kapilläre Spalten zu beschränken. Daß sich durch diese Spalten zellige Bestandteile des Blutes hindurchzwängen sollten, anstatt mit dem Blutstrom durch das nahe, offene Gefäßende in die Pulpa überzutreten, ist unseres Erachtens nicht recht glaubhaft zu machen.

Was die Verhältnisse bei *gedehntem* Organ betrifft, so ist nicht einzusehen, warum bei entfaltetem Hülsengewebe durch die zweifellos zwischen den Endothelzellen mitunter recht deutlich zu beobachtenden Spalten, ohne daß dabei das Kapillarrohr als solches eine wesentliche Dehnung zu erfahren brauchte, nicht gelegentlich sowohl geformte wie ungeformte Bestandteile des Blutes sollten hindurchtreten können. Diese schon sehr früh angestellten Beobachtungen konnten neuerdings durch die Untersuchungen Teitel-Bernards (1930) wiederum bestätigt werden. Es kann aber doch unseres Erachtens keine Rede davon sein, daß nun alle Bestandteile des Blutes gleichsam das Filter des Hülsengewebes passieren müßten, um ins Retikulum der Pulpa zu gelangen. Im Gegenteil: Der Hauptstrom des Blutes, einschließlich des größten Teiles seiner Zellen wird auch bei gedehntem Organ und entfalteter Kapillarhülse immer noch den Weg des geringsten Widerstandes bevorzugen. Und dieser liegt ohne Zweifel in der geradlinigen Fortsetzung des Endothelrohres nach dem gerade bei gedehntem Organ stark erweiterten Endtrichter hin.

Aber abgesehen davon muß man natürlich gerade bei aufgelockertem Hülsengewebe, neben der Möglichkeit einer Infiltration der Hülse von der Kapillare her, immer in Betracht ziehen, daß innerhalb der Hülse anzutreffende Zellen des Blutes ebensogut auch von der Pulpa her in sie eingedrungen sein können.

Schließlich soll noch kurz auf die bei der Besprechung des Füllungsprozesses schon erwähnte, neuerdings von Heidenhain (1928) wieder stark in den Vordergrund gerückte Ansicht von einer Funktion der Hülsen als sog. „*Kapillarventile*“ eingegangen werden, die dem Blut den Rückweg durch die arterielle Strombahn verlegen sollen. Ähnliche Auffassungen vertreten auch Mall (1902), Tait und Cashin (1925) u. a., wenn sie von einer „one-way valva action“ der Kapillarhülsen (s. oben S. 506) sprechen.

Heidenhains Theorie beruht auf der Voraussetzung, daß die Kapillaren das Bestreben haben, „sich auf Grund ihres natürlichen Tonus zusammenzuziehen und den Rückstau des Blutes durch die Arterie hindurch zu verhindern". Dies geschieht bei Eintritt des Todes, wenn der Blutdruck gleich null wird, während im Leben der normale Blutdruck genügen soll, um das Lumen der Kapillare offenzuhalten. Desgleichen „wird sich die Hülse zusammenziehen und das Lumen der Kapillare verschließen, wenn die Milz sich kontrahiert und der Druck in der Pulpa bis auf oder über den Wert des normalen Blutdruckes in den Kapillaren steigt". Ähnlich äußert sich auch Neubert (1922).

Dieser Gedanke hat zunächst viel Bestechendes an sich. Es läßt sich auch nicht leugnen, daß man bei den üblichen, vom kontrahierten Organ der Leiche stammenden Milzschnitten tatsächlich oft den Eindruck hat, daß das Kapillarlumen innerhalb der Hülse fast verschwunden ist. Ob aber am lebenden Organ bei Steigerung des intralienalen, in der Pulpa herrschenden Druckes über den Kapillardruck durch Kompression der Kapillare ein kompletter Verschluß der terminalen arteriellen Gefäßstrecke eintreten kann, ist doch wohl eine andere Frage.

In diesem Zusammenhang wird auch gern auf die Tatsache hingewiesen, daß selbst bei stärkster Füllung des Organes von der Vene her kein Rückfluß aus der Arterie zu erzielen sei (Stieda 1862 und seitdem viele andere). Diese Beobachtungen galten lange Zeit als unerschütterlich. Die neueren Ergebnisse Mills', auf die an anderer Stelle schon hingewiesen wurde, scheinen aber doch die absolute Unmöglichkeit einer Durchströmung der Milz von der Vene her zu widerlegen. Mills (1926) schreibt: „While the mere dilatation suggests that there is some obstruction to the outflow, a slow flow is obtained from the arterial cannula with a vein-pressure of 80 mm Hg." Mills kommt ferner zu der bemerkenswerten Feststellung, daß bei Kaninchen, die überhaupt keine Hülsen besitzen, „even greater difficulty is experienced in obtaining a reverse flow". Er folgert daraus, man könne nicht die Hülsen allein für die Schwierigkeit der rückläufigen Durchströmung verantwortlich machen, und spricht im Anschluß daran die Vermutung aus: „Möglicherweise ist der Charakter des Retikulums um die Endigungen der Arteriolen und um die Follikel verantwortlich für das klappenartige Phänomen."

Auch wir können uns der Heidenhainschen Auslegung nicht ohne weiteres anschließen. Wenn wir es auch für sehr wahrscheinlich halten, daß die Ursache für das immer wieder bestätigte Unvermögen, bei Aufblähung des Organes durch Injektion von Flüssigkeit von der venösen Seite her einen Abfluß aus den Arterien zu erhalten, ein Verfahren, das bei sämtlichen anderen Organen von Erfolg begleitet ist, unter anderem auch in einer Kompression der Hülsen samt Hülsenkapillaren infolge des steigenden Innendruckes in der Pulpa zu suchen ist, so glauben wir doch, daß sich diese für das tote, bzw. überlebende Organ vielleicht zutreffenden

Erwägungen kaum auf die Verhältnisse des funktionstüchtigen Organs übertragen lassen.

Unserer Ansicht nach verfolgt die ganze Konstruktion der Hülse als entfaltbares und wieder zusammenfaltbares Retikulum den Zweck, um es noch einmal kurz zusammenzufassen, die Kapillare an ihrer ungeschütztesten Stelle ebensosehr vor Zerreißungen wie vor totaler Kompression zu bewahren, so daß die Zirkulation des Organes praktisch nie gänzlich aufgehoben, aber anscheinend ebensowenig wesentlich gesteigert werden kann.

Es handelt sich also bei der Konstruktion der Kapillarhülse um eine Art mechanischer Pufferung zum Schutze der Gefäßwand und zur Aufrechterhaltung eines, wenn auch engen, so doch niemals gänzlich verschlossenen Kapillarlumens.

Wenn wir damit einerseits die Volumenverhältnisse der Katzenmilz in unmittelbare Abhängigkeit von den Zustandsänderungen der Muskulatur ihrer Kapsel bringen, andererseits die Kapillarhülsen als zweckmäßige Schutzeinrichtungen des Parenchyms gegenüber den mechanischen Auswirkungen der Aktionen der Kapselmuskulatur auf die feineren Strukturgebilde der Pulpa, bzw. des Gefäßsystems, betrachten, so ist es naheliegend, im Anschluß hieran die Frage aufzuwerfen, ob sich vielleicht ganz allgemein in bezug auf das Vorkommen und die morphologische Ausbildung von Kapillarhülsen auf der einen Seite und das Vorhandensein bzw. die Menge glatter Muskulatur in der Kapsel auf der anderen Seite, Anhaltspunkte für gewisse, gesetzmäßige Korrelationen ergeben, in dem Sinne, daß bei den Milzen mit viel glatter Muskulatur in der Kapsel regelmäßig auch die Existenz von Kapillarhülsen nachgewiesen werden kann.

Wir haben versucht, an Hand der Literatur (Neubert 1922, Krause 1921, Reissner 1929, Hartmann 1930 u. a.) die entsprechenden Daten für eine Reihe von Säugetieren in folgender Tabelle zusammenzustellen.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß, was die hier aufgezählten Säuger betrifft, in der Milzkapsel von Schwein, Katze und Hund die mengenmäßig stärkste Anhäufung von glatter Muskulatur zu beobachten ist. Wenn man hierzu noch die besondere Anordnung der Kapselmuskulatur in Form einer korbartigen Durchflechtung der einzelnen Muskelbündelchen in Rechnung setzt, die, soviel wir wissen, bei einem Organ vom Bau und den mechanischen Funktionen der Milz, den größtmöglichen Wirkungsgrad verspricht, so kann man sich vorstellen, daß bei der Milz dieser erwähnten Tiere der Effekt der Kontraktionen der Kapselmuskulatur auf den flüssigen Organinhalt, bzw. die Pulpa und das Gefäßsystem als der relativ stärkste in der hier angeführten Säugetierreihe angesehen werden muß.

Bei diesen Tieren (Schwein, Katze, Hund) finden sich nun, wie aus der Tabelle hervorgeht, auffallenderweise die größten und bestkonfigurierten

Tierart	Menge der glatten Muskulatur in der Kapsel	Anordnung der Kapselmuskulatur	Vorkommen und Gestalt der Kapillarhülsen	
Schwein . . .	„Kolossale Mengen" (NEUBERT)	korbartiges Geflecht	sehr zahlreich; deutlich abgrenzbar; dick	auffallend groß; spindel- bzw. birnenförmig
Katze	große Mengen			„ellipsoid"
Hund	reichlich			klein, unregelmäßig, langgestreckt; spindel- bis birnenförmig
Pferd	viel Muskulatur, in geschlossenen Bündelchen	einschichtig	deutlich nachweisbar	sehr lang, sehr schmal
Rind		Schichtung in mehreren, zueinander senkrechten Lagen		kurz, sehr schmal
Kalb				
Mensch	spärlich	vereinzelte Zellen; unregelmäßig angeordnet	immer nachweisbar	undeutlich; lang, schmal
Meerschweinchen	geringe Mengen	einzelne, im Bindegewebe verstreut liegende Zellen	vorhanden, aber undeutlich	undeutlich
Maus	sehr spärlich			
Ratte	kaum vorhanden			
Kaninchen .	spärlich	—	?	—

Kapillarhülsen vor. Andererseits lassen sich in solchen Milzen, in deren Kapsel glatte Muskulatur nur in geringen Mengen angetroffen wird, z. B. der menschlichen Milz, Kapillarhülsen ihrer undeutlich umrissenen Gestalt und geringen Größe wegen gewöhnlich nur mit Mühe nachweisen.

Wir sind geneigt, soweit das vorliegende Material dies gestattet, hieraus den Schluß zu ziehen, daß, wenigstens bei den Säugetieren, zwischen der Menge und Anordnung der Kapselmuskulatur in der Milz einerseits und dem Vorkommen und der Ausbildung der Kapillarhülsen andererseits, ein ganz bestimmtes, gesetzmäßiges Abhängigkeitsverhältnis besteht, daß die Kapillarhülsen am deutlichsten in *den* Milzen vorhanden sein müssen, deren Kapsel am reichlichsten glatte Muskulatur enthält.

Wie weit diese Gesetzmäßigkeit für die Wirbeltierreihe überhaupt Geltung besitzt, bleibt abzuwarten.

Zusammenfassung.

Es handelt sich um Untersuchungen über die korrelativen Veränderungen der Gefäßbahn der Katzenmilz unter verschiedenen Dehnungszuständen des Organes.

1. Es wird eine schärfere Fassung der Einzelabschnitte der arteriellen Gefäßstrecke, besonders ihres kapillären Anteils, und ferner die Einteilung

der venösen Gefäßbahn in ein Wurzelgebiet mit ungeschlossener und ein Stammgebiet mit geschlossener Wandung vorgeschlagen.

2. Die Tatsache eines offenen Gefäßsystems in der Katzenmilz wird bestätigt.

3. Das Gewebe der Kapillarhülsen erweist sich als wesensgleich mit dem Retikulum der Pulpa und unterliegt denselben mechanischen Veränderungen wie dieses, in den Grenzen, die ihm durch seine besonderen Dimensionen gesetzt sind.

4. Die Erscheinungsform der Kapillarhülsen ist unmittelbar abhängig vom Dehnungsgrad des Retikulums. Bei kontrahiertem Organ (z. B. bei der Milz der Leiche) erscheint die Hülse als „homogenes Körperchen". Bei stark gedehnter Milz kann das Hülsengewebe so stark entfaltet sein, daß der Bereich einer Hülse, abgesehen von der Topographie, mitunter nur noch an der speziellen Textur des Retikulums erkannt werden kann.

5. Die Annahme der Undehnbarkeit der Gitterfasern, neben anderen neueren Beobachtungen auch durch den Nachweis ihrer optischen Anisotropie gestützt, wird einer Deutung der funktionellen Bedeutung der Kapillarhülsen zugrunde gelegt.

6. Die Funktion der Kapillarhülsen wird in der Aufrechterhaltung eines konstanten, engen Kapillarlumens erblickt.

Das Gewebe der Hülse stützt die Kapillare einerseits vor der Dehnung bei von innen her einwirkender Kraft (Bauprinzip auf Undehnbarkeit: Gitterfasersystem), andererseits vor Zerreißungen oder Kompression unter dem Einfluß von Kräften, die von außen her an der Kapillare anzugreifen vermögen (Bauprinzip auf Entfaltbarkeit: Retikulum).

Es stellt eine Art Reservegewebe dar.

7. Zwischen dem Vorkommen von Kapillarhülsen und der glatten Muskulatur in der Milzkapsel besteht bei Säugetieren insofern ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis, als die Kapillarhülsen am deutlichsten in den Milzen vorkommen, deren Kapsel die meiste glatte Muskulatur enthält.

8. Die wechselnden Volumenveränderungen der Milz, der Prozeß der Organfüllung und -entleerung, sowie ihre Fähigkeit zur Speicherung von Blut (Reservoirbildung) werden auf Grund besonderer Struktur- und Anordnungsverhältnisse der Gefäßbahn und des Stützgewebes zu erklären versucht.

Zum Schluß sei es mir gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor von Möllendorff, auch an dieser Stelle für seine freundliche Beratung und Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit ergebenst zu danken.

Literaturverzeichnis.

Alagna, G.: Contributo allo studio del reticolo adenoideo e dei vasi della tonsilla palatina. Anat. Anz. **32**, 178—189 (1908). — **Bannwarth:** Untersuchungen über die Milz. 1. Die Milz der Katze. Arch. mikrosk. Anat. **38**, 345—446 (1891). — Neuere Milzuntersuchungen. Die Milz des Menschen. Korresp.bl. Schweiz. Ärzte

23, 8. Sitzg 1893. — **Barcroft, J.:** Recent knowledge of the spleen. Lancet **1925**, 319. — Some recent works on the functions of the spleen. Lancet **1926**, 544. — Die Stellung der Milz im Kreislaufsystem. Erg. Physiol. **25**, 818—861 (1926). — **Barcroft, J., Florey:** Some factors involved in the concentration of blood by the spleen. J. of Physiol. **66**, 231 (1928). — **Barcroft, J., Harris, H. A., Orahovats, Weiß:** A contribution to the physiology of the spleen. J. of Physiol. **60**, Nr 5/6 443 (1925). **Barcroft, J., Stevens:** The effect of pregnancy and menstruation on the size of the spleen. J. of Physiol. **66**, 32 (1928). — **Bargmann, W.:** Über den Feinbau der Knochenmarkskapillaren. Z. Zellforsch. **11**, 1—22 (1930). — **Bayliss, W.:** On the local reactions of the arterial wall to changes of internal pressure. J. of Physiol. **28**, 220–231 (1902). **Benninghoff, A.:** Über die Formenreihe der glatten Muskulatur und die Bedeutung der Rougetschen Zellen an den Kapillaren. Z. Zellforsch. **4**, 125—170 (1926). — Blutgefäße und Herz. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Herausgegeben von W. von Möllendorff, Bd. 6, Teil 1, S. 1—232 (1930). — **Billroth, Th.:** Beiträge zur vergleichenden Histologie der Milz. Arch. Anat. u. Physiol. **88**, 88—108 (1857). — Zur normalen und pathologischen Anatomie der menschlichen Milz. Virchows Arch. **20**, 410—425 (1861); **23**, 457—487 (1862). — **Braus, H.:** Die Milz. Anatomie des Menschen, Bd. 2, S. 580—595. 1924 — **Carlier, W.:** Note on the minute structure of the reticulum in the cats spleen. J. Anat. a. Physiol. **29**, 4, 479—484 (1895). — **Ciaccio, C.:** Sulla fina struttura del tessuto adenoide della milza, glandole linfatiche ed intestino. Anat. Anz. **31**, 594—601 (1907). — **Cruickshank:** The spleen as a reservoir for blood and haemoglobine. J. of Physiol. **61**, H. 1, 9 (1926). — **v. Ebner, V.:** Von der Milz. Köllikers Handbuch der Gewebelehre, Bd. 3, 1. Hälfte, S. 257—280 1899. — **Eppinger, H.:** Die hepato-lienalen Erkrankungen. In: Enzyklopädie der klinischen Medizin. Berlin: Julius Springer 1920. — **Feldberg:** Die Beziehungen der Milz zum Blutvolumen. Med. Welt **1**, Nr 9/10, 297, 342 (1927). — **Fick, L.:** Zur Mechanik der Blutbewegung in der Milz. Reicherts u. Dubois Arch. **1859**, 8. **Golz, S.:** Untersuchungen über die Blutgefäße der Milz. Inaug.-Diss. Dorpat 1893. — **Gosch, L.:** Über das Vorkommen und die Gestalt glatter Muskelzellen im Parenchym der Milz einiger Säugetiere. Z. mikrosk.-anat. Forsch. **25**, 455—495 (1931). — **Greschik, E.:** Über den Bau der Milz einiger Vögel mit besonderer Berücksichtigung der Schweigger-Seidelschen Kapillarhülsen. Aquila **22**, 133 (1915). — **Hara, J.:** Untersuchungen über die Innervation der Niere mit Hilfe des Vergleichs der Harnabsonderung der normalen und entnervten Niere an unversehrten Tieren. Z. Biol. **75**, 179–204 (1922). — **Hartmann, A.:** Über den feineren Bau der Milz bei urodelen Amphibien. (Axolotl.) Z. Anat. **80**, 454—491 (1926). — Die Milz. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, herausgeg. von W. von Möllendorff, Bd. 6, S. 397—563. 1930. — **Heidenhain, M.:** Über die Kapillarventile der Milz. Münch. med. Wschr. **75**, Nr 8, 381 (1928). — **Held, A.:** Der Blutweg in der Milz und seine biologische Bedeutung. Z. exper. Med. **62**, H. 5/6, 639 (1928). — Über den Blutweg in der Milz. Verh. dtsch. path. Ges. 23. Tagg Wiesbaden **1928**, 102. — **Helly, K.:** Zum Nachweis des geschlossenen Gefäßsystems der Milz. Arch. mikrosk. Anat. **59**, H. 1, 93—105 (1901). — Die Blutbahnen der Milz und deren funktionelle Bedeutung. Arch. mikrosk. Anat. **61**, H. 2, 245—273 (1902). — **Henle, I.:** Versuche und Beobachtungen an einem Enthaupteten. Henles und Pfeiffers Z. rat. Med., N. F. **2**, S. 299 (1852). — Zur Anatomie der geschlossenen (lentikulären) Drüsen oder Follikel und der Lymphdrüsen. Z. rat. Med. 3. Reihe, **8**, 201—230 (1860). — **Henschen, C., Reissinger, H.:** Beiträge zur klinischen Physiologie der Milz. Experimentelle Untersuchungen über die Volumenschwankungen und die Kontraktilität der Milz, über ihre Durchblutung und über die Sperrmechanismen der Milzarterie. Dtsch. Arch. Chir. **210**, H. 1/4, 1 (1928). — **Hellman, T.:** Studien über das lymphoide Gewebe. 4. Zur Frage des Status lymphaticus. Untersuchungen über die Menge

des lymphoiden Gewebes, besonders des Darmes, beim Menschen mittels einer quantitativen Bestimmungsmethode. Z. Konstit.lehre 8, 191—219 (1922). — Die Altersanatomie der menschlichen Milz. Studien besonders über die Ausbildung des lymphoiden Gewebes und der Sekundärknötchen in verschiedenen Altern. Z. Konstit.lehre **12**, 270—415 (1926). — **Hellsten, H.:** Zur Frage der Kontinuität der lymphatischen Umhüllung der menschlichen Milzarterien. Z. mikrosk.-anat. Forsch. **13**, 43—60 (1928). — **Herzog, G.:** Experimentelle Untersuchungen über die Einheilung von Fremdkörpern. Beitr. path. Anat. **61**, 377 (1916). — **Hoyer, H.:** Über die Injektion der Milz für histologische Untersuchungen. Internat. Mschr. Anat. u. Physiol. **4**, H. 9, 341—357 (1887). — Über den Bau der Milz. Morphol. Arb. **3**, H. 2, 229—300 (1894). — Zur Histologie der kapillaren Venen in der Milz. Anat. Anz. **17**, 490 –497 (1900). — **Hueck, W.:** Die Milz als Blutbehälter. Zugleich ein Beitrag zur Pathologie eines eigenartig gebauten und tätigen mesenchymalen Gewebes. Kkh.forsch. **3**, H. 6, 468 (1926). — Die normale menschliche Milz als Blutbehälter. (Anatomischer Vorbericht zum Referat über „Chronische Milzvergrößerungen".) Verh. dtsch. path. Ges. 23. Tagg Wiesbaden **1928**, 6. — **Huzella, Th.:** Der Mechanismus des Kapillarkreislaufes und der Sekretion im Bindegewebe. 1. Untersuchungen über das Fasersystem. Z. Zellforsch. **2**, 558—584 (1925). — **Jäger, E.:** Die Gefäßversorgung der Malpighischen Körperchen in der Milz. Z. Zellforsch. 8, 578—601 (1929). — **Jaschkowitz, E.:** Beitrag zur experimentellen Pathologie der Milz. Virchows Arch. **11**, 235—240 (1857). — **Jolly, J.:** Sur les terminaisons artérielles de la rate. C. r. S. Biol. Paris **70**, No 30, 377—379 (1911). — **Kölliker, A.:** Von der Milz. Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 1867, S. 448—465. — **Krause, R.:** Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen. I. Säugetiere. Berlin u. Leipzig 1921. — **Kultschitzky, N.:** Zur Frage über den Bau der Milz. Arch. mikrosk. Anat. **46**, 673—695 (1895). — **Kyber, E.:** Über die Milz des Menschen und einiger Säugetiere. Arch. mikrosk. Anat. **6**, 540 –580 (1870). — **Levi, G.:** Richerche sulla istogenesi delle fibre collageni e reticolari nelle colture in vitro. Arch. exper. Zellforsch. **11**, 189—201 (1931). — **Lehrell:** Histochemische Untersuchungen über das bindegewebige Gerüst der Milz der Wirbeltiere. Internat. Mschr. Anat. u. Physiol. **20**, H. 4/6, 170—206 (1903). — **Mall, F.:** Reticulated tissue and its relation to the connective tissue fibrils. Rep. Hopkins Hosp. **1**, 171 (1896). — The architecture and blood-vessels of the dog's spleen. Z. Morph. u. Anthrop. **2**, 1—42 (1900). — On the circulation through the pulp of the dog's spleen. Amer. J. Anat. **2**, Nr 3, 315—332 (1903). — **Maresch, R.:** Über Gitterfasern der Leber und die Verwendbarkeit der Methode Bielschowskys zur Darstellung feinster Bindegewebsfibrillen. Zbl. Path. **16**, 641 (1905). — **Matsui, Y.:** Über die Gitterfasern der Milz unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Beitr. path. Anat. **60**, 271 (1914/15). — **Maximow, A.:** Über die Entwicklung argyrophiler und kollagener Fasern in Kulturen von erwachsenem Säugetiergewebe. Nach des Verfassers Tode geschrieben und veröffentlicht von W. Bloom. Z. mikrosk.-anat. Forsch. **17**, 625—659 (1929). — Bindegewebe und blutbildende Gewebe. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Herausgeg. von W. von Möllendorff, Bd. 2. Die Gewebe. Teil 1, S. 232—583. 1927. **Mills, E.:** The vascular arrangement of the mammalian spleen. Quart. J. Anat. a. Physiol. **16**, 301 (1926). — **von Möllendorff, W.:** Das Mutterstück von Bindegewebskulturen. Ein Beitrag zur Frage, wie konstruktive Fasersysteme und Hartsubstanzen entstehen. Z. Zellforsch. **15**, 131—160 (1932). — **Mollier, S.:** Über den Bau der kapillaren Milzvenen. Arch. mikrosk. Anat. **76**, 608—657 (1911). — **Müller, W.:** Über den feineren Bau der Milz. S. 115, Leipzig u. Heidelberg 1865. — **Nakonetschny, A.:** Vergleichende Untersuchungen über die Struktur einiger Arterien in kontrahiertem und ausgedehntem Zustande. Virchows Arch. **243**, 39—43 (1923). — **Neubert, K.:** Der Übergang der arteriellen in die venöse Blutbahn bei der Milz. Z. Anat. **66**, 424—450 (1922). — **Oberniedermayr, A.:** Der Weg des Blutes durch die Hundemilz. Kkh.forsch. **3**, H. 6, 476 (1926). — **Ono, K.:**

Untersuchung über die Entwicklung der menschlichen Milz. Z. Zellforsch. **10**, 573—603 (1930). — **Petersen, H.:** Histologie und mikroskopische Anatomie. 4—5. Abschnitt Organe des Stoffverkehrs. Fortpflanzungsorgane. München: J. F. Bergmann 1931. Die Milz. S. 361—375. — **Plenk, H.:** Über argyrophile Fasern (Gitterfasern) und ihre Bildungszellen. Erg. Anat. **27**, 302—412 (1927). — Über Gitterfasern und ihre Bildungszellen. Verh. zool.-botan. Ges. Wien **77**, 16 (1927). — **Reissner, H.:** Untersuchungen über die Form des Balkengerüstwerkes in der Milz bei einigen Haussäugetieren, sowie über die Verteilung von elastischem und kollagenem Bindegewebe und glatter Muskulatur in Kapsel und Trabekeln. Z. mikrosk.-anat. Forsch. **16**, H. 3/4, 598—626 (1929). — **Rindfleisch, E.:** Über die Wandungen der kapillaren Milzvenen. Berl. klin. Wschr. **45**, 544—545 (1872). — **Robinson, W. L.:** Some fundamental characteristics of the spleen and their relation to function. Amer. Surg. **88**, Nr 3, 333 (1928). — Some points on the mechanism of filtration by the spleen. Amer. J. Path. **4**, H. 4, 309 (1928). — The veinous drainage of the spleen. Amer. J. Path. **4**, H. 6, 309 (1928). — The veinous drainage of the cat spleen. Amer. J. Path. **6**, H. 1, 19—26 (1930). — **Roy, Ch.:** The physiology and pathology of the spleen. J. of Physiol. **3**, 203 (1881). — **v. Schuhmacher, S.:** Das elastische Gewebe der Milz. Arch. mikrosk. Anat. u. Entw.gesch. **55**, 151—171 (1900). — **Schweigger-Seidel, Fr.:** Untersuchungen über die Milz. Virchows Arch. **23**, 526—570 (1862); **27**, 460—504 (1863). — **Siegfried, M.:** Über die chemischen Eigenschaften des retikulierten Gewebes. Habilit. Schrift. Leipzig. Ref. Fortschr. Med. **11**, 185 (1892). — **v. Skramlik, E.:** Die Milz. (Mit besonderer Berücksichtigung des vergleichenden Standpunktes.) Erg. Biol. **2**, 505—544 (1927). — **Sobotta, J.:** Anatomie der Milz. Handbuch der Anatomie des Menschen, herausgeg. von v. Bardeleben, Bd. 3, 4. Abt., Anhang, S. 281 bis 328. Jena: Gustav Fischer 1914. — **Sokoloff, N.:** Über die venöse Hyperämie der Milz. Virchows Arch. **112**, 209—236 (1888). — **Staemmler, M.:** Die Bedeutung der Schweigger-Seidelschen Kapillarhülsen der Milz. Virchows Arch. **255**, 585 (1925). — **Stieda, L.:** Bericht über die anatomische, histologische und embryologische Literatur Rußlands. 1898—1900. III. Angiologie, Milz. Erg. Anat. **9**, 591—600 (1899). — **Stinstra, G.:** Commentationes physiologicae de functione lienis. Inaug.-Diss. Groningen 1854. — **Tait** and **Cashin:** Some points concerning the structure and function of the spleen. Quart. J. exper. Physiol. **15**, 421 (1925). — **Teitel-Bernard, A.:** Über die Blutzirkulation in der Hundemilz. Z. Zellforsch. **12**, 544—558 (1930). — **v. Tarchanoff, J.:** Über die Innervation der Milz und deren Beziehung zur Leukocytämie. Pflügers Arch. **15**, 421 (1925). — **Thoma, R.:** Über die Blutgefäße der Milz. Verh. anat. Ges. 9. Verslg Basel **45** (1895). — Über die Blutgefäße der Milz. Arch. Anat. u. Physiol. **1899**, H. 5/6, 267—283. — **Tomsa, W.:** Die Lymphwege der Milz. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. **11**, **48**, 652—666 (1863). — **Trzaska-Chrzonszczewsky:** Über meine Methode der physiologischen Injektion der Blut- und Lymphgefäße. Virchows Arch. **153** (1898). — **Volterra, M.:** Einige Befunde über die Struktur der Kapillaren und ihre Beziehung zur sog. Kontraktilität derselben. Zbl. inn. Med. **46**, 876—881 (1925). — **Wagner, R.:** Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl., Aug. **1894**, Nr 8. — **Weidenreich, Fr.:** Das Gefäßsystem der menschlichen Milz. Arch. mikrosk. Anat. **58**, H. 2, 247—376 (1901). — Geschlossene oder offene Blutbahn der Milz? Anat. Anz. **20**, Nr 8/9, 204—206 (1901). — Zur Milzfrage. Anat. Anz. **22**, Nr 13, 260—267 (1903). — Zur Milzfrage. Eine Antwort an Helly. Anat. Anz. **23**, 60—64 (1903). — **Whiting, A. J.:** On the comparative histology and physiology of the spleen. Trans. roy. Soc. Edinburgh. **38**, 253—316 (1897). **Weidenreich, Fr., Downey, H.:** Über die Bildung der Lymphocyten in Lymphdrüsen und Milz. 9. Fortsetzung der „Studien über das Blut und die blutbildenden und -zerstörenden Organe" von Fr. Weidenreich. Arch. mikrosk. Anat. **80**, 306—395 (1912). — **Woronin:** Eine neue histologische Methode. Zit. nach Stieda. Erg. Anat. **9**, 596 (1899); s. Stieda. — **Zimmermann, K.:** Der feinere Bau der Blutkapillaren. Z. Anat. **68**, 29—109 (1923).

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Soeben erschien:

Das Rechts-Links-Problem

Im Tierreich und beim Menschen

Mit einem Anhang

Rechts - Links - Merkmale der Pflanzen

Von **Wilhelm Ludwig**

Privatdozent für Zoologie an der Universität Halle a. S.

Mit 143 Abbildungen. XI, 496 Seiten. 1932. RM 38.—; gebunden RM 39.60

(Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, Band XXVII)

Inhaltsübersicht: **I. Einleitender Teil.** Das RL-Problem. Die RL-Merkmale. — Beispiele von fluktuierender und Kollektivasymmetrie. — Definition und Homologie von Rechts und Links bei verschiedenen Gebilden. Asymmetrische Gebilde analoger Gestalt. — Spiralen, Schraubenlinien, Schneckenlinien, Zykloiden und ihr Windungssinn. — Die möglichen Arten der Verteilung von Rechts und Links. **II. Spezieller Teil.** Protozoa. Rhizopoda. — Protozoa. Sporozoa. — Protozoa. Infusoria. — Protozoa. Flagellata. — Porifera und Coelenterata. — Vermes Platyhelminthes (Plattwürmer). — Vermes Annelides. — Vermes Nematodes. — Übrige Würmer; Vermidea; Molluscoidea; Wirbellose ohne sichere Stellung im System. — Echinodermata. — Mollusca. Amphineura und Scaphopoda. — Mollusca. Bivalvia (Muscheln). — Mollusca. Gastropoda (Schnecken). — Mollusca. Cephalopoda (Tintenfische). — Crustacea (Krebse). — Arachnoidea und Myriopoda (Spinnen und Tausendfüßer). — Insekta. — Tunicata. — Acrania. — Vorbemerkungen zu den Wirbeltieren. — Pisces (Fische). — Amphibien und Reptilien. — Aves (Vögel). — Mammalia (Säugetiere). — Zusammenfassung über Wirbeltiere. — Die körperlichen Asymmetrien des Menschen und der Primaten. — Die Händigkeit des Menschen und der Primaten. — Beinigkeit, Wendigkeit und Zirkularbewegung beim Menschen und bei Tieren. — Äugigkeit. — Händigkeit, Beinigkeit und Äugigkeit als Teilerscheinung einer Seitigkeit. — Rechts-Links-Blindheit und Dressierbarkeit auf rechts und links. — Schraubenbewegung. — Paarungsgewohnheiten. — Schraubige Spermatozoen. — Spiralfurchung. Asymmetrien mikroskopischer Strukturen. — Situs inversus bei Wirbeltieren (Tatsachen).
III. Allgemeiner Teil. RL-Merkmale im Anorganischen. — Die Typen der RL-Merkmale (Übersicht). — Die Ursachen der Asymmetrien. Dissymmetrie- und Spiraltendenz. — Bistrophe Merkmale. — Herkunft und Bedeutung der Inversionen. — Die Phylogenie der Verteilungsmodi. — Die Koppelung der RL-Merkmale und die Frage nach der Bevorzugung von rechts oder links. — Die „Minderwertigkeit" der Inversen. — Mythen, Mystik, Volks- und Aberglauben, Metaphysisches. — Anhang: Über RL-Merkmale bei Pflanzen. — Literaturverzeichnis. Namen- und Sachverzeichnis.

Vor kurzem erschien der zweite (Schluß-) Band:

Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

Von **Dr. S. Kostytschew †**

ordentl. Mitglied der russischen Akademie der Wissenschaften
Professor der Universität Leningrad

Stoffaufnahme / Stoffwanderung Wachstum und Bewegungen

Unter Mitwirkung von **F. A. F. C. Went**

Professor an der Universität Utrecht

Mit 72 Textabbildungen. VI, 459 Seiten. 1931. RM 28.—; gebunden RM 29.80

Inhaltsübersicht: Die Grundlagen der Physiologie der Stoffaufnahme und Stoffwanderung. — Stoffaufnahme und Stoffausscheidung. — Der Wasserhaushalt der Pflanze. — Die Bewegung der Pflanzensäfte in den Leitungsbahnen. — Translokation und Verteilung der Nährstoffe in der Pflanze. — Wachstum. — Bewegungen. — Sachverzeichnis.

Der erste Band des Werkes behandelt:

Chemische Physiologie

Mit 44 Textabbildungen. VII, 567 Seiten. 1926. RM 27.—*

Inhaltsübersicht: Vorwort. Einleitung. I. Die Grundlagen der chemischen Pflanzenphysiologie. II. Die Assimilation der Sonnenenergie durch grüne Pflanzen und die primäre Synthese der organischen Stoffe. III. Chemosynthese und Assimilation des molekularen Stickstoffs. IV. Die Ernährung der Pflanzen mit fertigen organischen Verbindungen. V. Die Ernährung der Pflanzen mit Aschenstoffen und die Bedeutung dieser Ernährung. VI. Kohlenhydrate und Eiweißkörper. Die Verwandlungen dieser Stoffe in der Pflanze. VII. Sekundäre Pflanzenstoffe. VIII. Atmung und Gärung. — Sachverzeichnis.

** Auf die vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Notnachlaß von 10 Prozent gewährt.*

Handbuch der Pflanzenanalyse

Herausgegeben von

Professor Dr. Gustav Klein

ehem. o. Professor an der Universität Wien, jetzt Leiter des Biologischen Laboratoriums Oppau der I. G. Farbenindustrie A. G., Ludwigshafen a. Rh., ord. Honorarprofessor an der Universität Heidelberg

Das Gesamtwerk wird vier Bände umfassen

Vor kurzem erschien:

ZWEITER BAND:

Spezielle Analyse

Erster Teil:

Anorganische Stoffe / Organische Stoffe I

Mit 164 Abbildungen. XI, 973 Seiten. 1932. RM 96.—; gebunden RM 99.—

Inhaltsübersicht:

I. Anorganische Stoffe: Analyse der wichtigsten Kationen und Anionen und von gelegentlich auffindbaren Elementen. Von Professor Dr. A. Rippel, Göttingen. — Analyse der anorganischen Stickstoffverbindungen NH_3, NO_2, NO_3. Von Professor Dr. D. N. Prjanischnikow, Moskau, und Professor Dr. A. A. Schmuck, Krasnodar. — Bestimmung und Analyse der Asche. Von Dr. W. Sutthoff, Münster i. W. — Gas- und Mikrogasanalyse. Von Privatdozent Dr. Hans Kleinmann und Dr. Kurt G. Stern, Berlin. — **II. Organische Stoffe:** Alkohole. Von Dr. Friedrich Frhr. v. Falkenhausen, Zürich, und Professor Dr. Carl Neuberg, Berlin-Dahlem. — Aldehyde und Ketone. Von Dr. Ernst Simon und Professor Dr. Carl Neuberg, Berlin-Dahlem. — Phenole und Chinone. Von Dr. Richard Brieger, Berlin. — Die organischen Säuren. Von Dr. Jürgen Schmidt, Breslau. — Phosphorsäure-Ester des Kohlehydratstoffwechsels. Von Dr. Maria Kobel und Professor Dr. Carl Neuberg, Berlin-Dahlem. — Allgemeines über „Lipoide". Von Dr. Alfred Winterstein, Heidelberg. — Fette und Wachse. Von Professor Dr. H. P. Kaufmann, Münster i. W. — Phosphatide. Von Professor Dr. E. H. Winterstein, Zürich, und Dr. Alfred Winterstein, Heidelberg. — Phytosterine. Von Dr. Otto Dalmer, Darmstadt. — Zuckeralkohole. Von Professor Dr. Hans Pringsheim, Berlin, und Dr. Deodata Krüger, Berlin-Dahlem. — Einfache Kohlehydrate (Mono- und Disaccharide. Zucker). Von Professor Dr. Hans Pringsheim, Berlin, und Dr. J. Leibowitz, Köln. — Charakterisierung, Bestimmung und Darstellung der einzelnen Zucker. Von Professor Dr. Hans Pringsheim, Berlin, und Dr. Deodata Krüger, Berlin-Dahlem. — Polysaccharide (Inulin, Glykogen und Stärke). Von Professor Dr. Hans Pringsheim, Berlin, und Dr. Deodata Krüger, Berlin-Dahlem. — Sachverzeichnis.

Im Juni 1931 erschien:

ERSTER BAND:

Allgemeine Methoden der Pflanzenanalyse

Mit 323 Abbildungen. XII, 627 Seiten. 1931
RM 66.—; gebunden RM 69.—

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.
Printed in Germany.